

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Бакалаврська дипломна робота на тему:

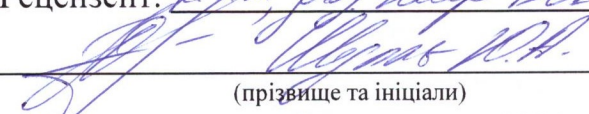
« АНАЛІЗ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В
СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ»

Виконав: студент 4 курсу, гр. 1ЕМ-206
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

 Олександр ПОБЛОЦЬКИЙ
(ім'я ПРІЗВИЩЕ, підпис)

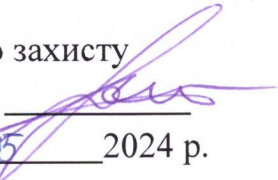
Керівник: к.т.н., доцент кафедри КЕМСК
 Валентин ГРАБКО
(ім'я ПРІЗВИЩЕ, підпис)

« 28 » 05 2024 р.

Рецензент: к.т.н. доцент ЕСФЕН
 Шурик Н.А.
(прізвище та ініціали)

« 10 » 06 2024 р.

Допущено до захисту

Зав. кафедри 

« 28 » 05 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 рік

Факультет _____ Електроенергетики та електромеханіки
Кафедра комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Галузь знань _____ 14 – Електрична інженерія
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
Освітньо-професійна програма «Електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

завідувач кафедри КЕМСК

к.т.н., доц. Микола МОШНОРИЗ

« 11 » 03 2024 р

ЗАВДАННЯ

НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Поблоцький Олександр Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Аналіз та впровадження інноваційних технологій в системи автоматизації електромеханічних комплексів

Керівник роботи Грабко Валентин Володимирович, к.т.н., доц. каф. КЕМСК
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНТУ від « 11 » 03 2024 року № 80.

2. Термін подання студентом проекту (роботи): _____

3. Вихідні дані до роботи:

Типи двигунів: асинхронні, синхронні, постійного струму.

Потужність: від 100 кВт до 10 МВт.

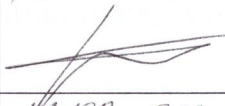
Напруга живлення: від 400 В до 10 кВ.

Робоче середовище: промислові цехи, підземні шахти, транспортні засоби.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань які необхідно розробити). Основні принципи автоматизації електромеханічних комплексів. Історія розвитку та сучасні тенденції в автоматизації ЕМК. Роль інноваційних технологій в автоматизації електромеханічних комплексів. Загальна характеристика об'єкта дослідження. Загальна структура функцій АСУ ТП ПС. Програмно-технічні комплекси і системи у складі АСУ ТП. Потіки інформації при функціонуванні АСУ ТП. Розробка типової структурної схеми системи автоматизації електропривода. Розрахунок і вибір елементів захисту силового кола. Обґрунтування і розробка схеми електричної принципової.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Структурна схема АСУ ТП в електроенергетиці, Структурна система SCADA для автоматизації технологічних процесів, Структурна схема електропривода насоса, Порівняльна таблиця для вибору систем електричного приводу, Схема підключення частотного перетворювача FC-51 Danfoss, Схема електрична принципова, Підключення модулів WiFi, Bluetooth, ZigBee

6. Консультанти розділів роботи

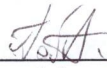
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	виконав прийняв
Спеціальна частина	к. т. н., доц. каф. КЕМСК Гребко В.В.	11.03.24 	28.05.24 
Охорона праці	Зав. каф. БЖДПБ, д.пед.н., проф. Кобилянський О. В.	11.03.24 	28.05.24 

7. Дата видачі завдання 11.03.24р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

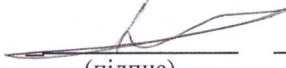
№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим
1	Формування та затвердження теми бакалаврської дипломної роботи (БДР)	11.03.2024	
2	Виконання спеціальної частини БДР. Перший рубіжний контроль виконання БДР	21.05.2024	
3	Виконання спеціальної частини БДР. Другий рубіжний контроль виконання БДР	28.05.2024	
4	Виконання розділу «Охорона праці»	28.05.2024	
5	Попередній захист БДР	28.05.2024	
6	Нормоконтроль БДР	28.05.2024	
7	Рецензування БДР	10.06.2024	
8	Захист БДР	13.06.2024	

Студент


(підпис)

Поблоцький О.
(прізвище та ініціал)

Керівник роботи


(підпис)

Гребко В. В.
(прізвище та ініціал)

АНОТАЦІЯ

УДК 621.311.1

Поблоцький Олександр Олександрович «Аналіз та впровадження інноваційних технологій в системи автоматизації електромеханічних комплексів». Бакалаврська дипломна робота. Вінниця: ВНТУ. 2024. 78 с. На укр. мові. Бібліографій: 11. Рисунків: 17. Таблиць: 12.

У роботі розглядаються сучасні підходи до аналізу та впровадження інноваційних технологій в системи автоматизації електромеханічних комплексів. Основна увага приділяється новітнім методам та технологіям, які сприяють підвищенню ефективності та надійності електромеханічних систем. Проведено детальний аналіз впливу інновацій на продуктивність, енергоспоживання та експлуатаційні характеристики комплексів. Також висвітлено питання інтеграції автоматизованих систем управління з іншими компонентами електромеханічних комплексів для забезпечення їх максимальної синергії та злагодженої роботи. На основі проведеного дослідження запропоновано практичні рекомендації щодо впровадження інноваційних технологій в різних галузях промисловості.

Ключові слова: інноваційні технології, автоматизація, електромеханічні комплекси, системи управління, продуктивність, енергоспоживання, експлуатаційні характеристики, інтеграція систем.

ABSTRACT

UDC 621.311.1

Oleksandr Oleksandrovich Poblotskyi "Analysis and implementation of innovative technologies in automation systems of electromechanical complexes." Bachelor thesis. Vinnytsia: VNTU. 2024. 78 p. In Ukrainian speech Bibliographies: 11. Figures: 17. Tables: 12.

The paper considers modern approaches to the analysis and implementation of innovative technologies in automation systems of electromechanical complexes. The main attention is paid to the latest methods and technologies that contribute to increasing the efficiency and reliability of electromechanical systems. A detailed analysis of the impact of innovations on productivity, energy consumption and operational characteristics of complexes was carried out. The issue of integration of automated control systems with other components of electromechanical complexes to ensure their maximum synergy and coordinated operation is also covered. On the basis of the conducted research, practical recommendations for the implementation of innovative technologies in various industries are proposed.

Keywords: innovative technologies, automation, electromechanical complexes, control systems, productivity, energy consumption, operational characteristics, system integration.

Зміст

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ	
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ.....	10
1.1. Основні принципи автоматизації електромеханічних комплексів.....	10
1.2. Історія розвитку та сучасні тенденції в автоматизації ЕМК.....	13
1.3. Роль інноваційних технологій в автоматизації ЕМК.....	15
2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ВПРОВАДЖЕННЯ	
ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ	
ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ.....	19
2.2 Загальна структура функцій АСУ ТП ПС.....	33
2.3 Програмно-технічні комплекси і системи у складі АСУ ТП.....	34
2.4 Потоки інформації при функціонуванні АСУ ТП.....	36
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ	
АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ НАСОСНОЇ	
СТАНЦІЇ.....	38
4 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СТРУКТУРНОЇ, РОЗРАХУНОК І ВИБІР	
ЕЛЕМЕНТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ..	46
4.1 Розробка структурної схеми системи автоматизації електропривода.....	46
4.2 Вибір датчика тиску.....	49
4.3 Обґрунтування і розробка схеми електричної принципової.....	54
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	55
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта.....	55
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....	55
5.1.2 Електробезпека.....	56
5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії.....	57
5.2.1 Мікроклімат.....	57
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	58
5.2.3 Виробниче освітлення.....	59
5.2.4 Виробничий шум.....	60
5.3 Пожежна безпека.....	61
ВИСНОВКИ.....	66
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	67
ДОДАТКИ.....	69
Додаток А.....	69
Додаток Б.....	71

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АСУТП - Автоматизована система управління технологічними процесами

ЕМК - Електромеханічні комплекси

ІТ - Інноваційні технології

ПЛК - Програмований логічний контролер

САПР - Система автоматизованого проектування

ГЧМ - Гнучкі числові машини

СКАДА - Система диспетчерського контролю та збору даних

ІІ - Інтелектуальні інновації

ВСТУП

В сучасних умовах стрімкого розвитку науки і техніки значна увага приділяється впровадженню інноваційних технологій у всі сфери діяльності, включаючи автоматизацію електромеханічних комплексів (ЕМК). Автоматизація є ключовим елементом підвищення ефективності, надійності та продуктивності промислових процесів, що в свою чергу, сприяє економічному зростанню та конкурентоспроможності підприємств. Інноваційні технології відкривають нові можливості для оптимізації виробничих процесів, зниження енергоспоживання та поліпшення експлуатаційних характеристик ЕМК.

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю підвищення ефективності роботи електромеханічних комплексів через впровадження новітніх технологічних рішень. Зростання вимог до продуктивності, надійності та економічної ефективності промислових підприємств вимагає застосування інноваційних підходів до автоматизації. Впровадження інноваційних технологій дозволяє не лише оптимізувати існуючі процеси, але й створювати нові, більш досконалі та економічно вигідні рішення.

Метою дослідження є аналіз та впровадження інноваційних технологій в системи автоматизації електромеханічних комплексів з метою підвищення їх ефективності, продуктивності та надійності.

Основні задачі дослідження

- Провести огляд та аналіз сучасних інноваційних технологій, що використовуються в системах автоматизації електромеханічних комплексів.
- Оцінити вплив впровадження інноваційних технологій на продуктивність, енергоспоживання та експлуатаційні характеристики ЕМК.
- Розробити методологію інтеграції інноваційних технологій в існуючі системи автоматизації електромеханічних комплексів.

- Визначити основні технічні та економічні показники впровадження інноваційних технологій в різних галузях промисловості.
- Надати практичні рекомендації щодо впровадження інноваційних технологій в системи автоматизації електромеханічних комплексів.

Об'єктом дослідження є електромеханічні комплекси (ЕМК) різних галузей промисловості, які використовують системи автоматизації для підвищення ефективності своєї роботи.

Предметом дослідження є інноваційні технології, що застосовуються в системах автоматизації електромеханічних комплексів, а також методи їх впровадження та інтеграції.

Методи дослідження

- Аналіз літературних джерел та наукових публікацій – для огляду сучасного стану досліджень та технологій в області автоматизації електромеханічних комплексів.
- Експериментальні дослідження – для оцінки ефективності та впливу інноваційних технологій на продуктивність, енергоспоживання та експлуатаційні характеристики ЕМК.
- Математичне моделювання та симуляція – для створення моделей функціонування автоматизованих систем та прогнозування їх роботи в різних умовах.
- Методи системного аналізу – для розробки методології інтеграції інноваційних технологій в існуючі системи автоматизації.
- Економічний аналіз – для оцінки економічної ефективності впровадження інноваційних технологій у різних галузях промисловості.

Внесок здобувача

- Проведено комплексний аналіз сучасних інноваційних технологій, які можуть бути застосовані в системах автоматизації

електромеханічних комплексів.

- Оцінено вплив впровадження інноваційних технологій на ключові показники ефективності ЕМК, включаючи продуктивність, енергоспоживання та експлуатаційні характеристики.
- Розроблено методологію інтеграції інноваційних технологій в існуючі системи автоматизації електромеханічних комплексів.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

1.1. Основні принципи автоматизації електромеханічних комплексів

Автоматизація електромеханічних комплексів (ЕМК) спрямована на підвищення ефективності, продуктивності, надійності та безпеки виробничих процесів. Впровадження автоматизованих систем управління дозволяє оптимізувати роботу електромеханічних пристроїв і систем, мінімізувати вплив людського фактора та знизити витрати на експлуатацію. Основні принципи автоматизації ЕМК включають такі аспекти:

1. Модульність

- Автоматизовані системи проектуються у вигляді окремих модулів, які можуть функціонувати як самостійно, так і в складі більш складних систем.
- Модульний підхід забезпечує гнучкість у проектуванні та модернізації систем, дозволяє швидко адаптуватися до змінних вимог виробництва і спрощує обслуговування та ремонт обладнання.

2. Ієрархічність

- Автоматизовані системи будуються за ієрархічним принципом, де різні рівні управління відповідають за виконання конкретних функцій – від сенсорів і виконавчих механізмів до центральних контролерів і диспетчерських систем.
- Ієрархічна структура забезпечує чіткий розподіл функцій, полегшує управління складними системами і сприяє зниженню ймовірності помилок та збоїв[1].

3. Універсальність

- Використання стандартних компонентів і протоколів зв'язку для забезпечення сумісності та взаємодії різних елементів системи.
- Універсальність спрощує інтеграцію нових елементів, зменшує вартість системи та забезпечує легкість уніфікації та стандартизації

обладнання.

4. Надійність

- Забезпечення безперебійної роботи системи, мінімізація ймовірності відмов, використання резервування та дублювання критичних компонентів.
- Надійність автоматизованих систем є ключовою для безпеки та ефективності виробництва, особливо у важливих промислових процесах, де відмови можуть призвести до значних втрат.

5. Масштабованість

- Можливість розширення системи без суттєвих змін у її архітектурі, додавання нових модулів і функцій відповідно до потреб виробництва.
- Масштабованість дозволяє підприємствам гнучко реагувати на зміни ринкових умов і вимог, забезпечуючи довговічність та актуальність автоматизованих систем.

6. Адаптивність

- Здатність системи автоматично адаптуватися до змін у зовнішніх та внутрішніх умовах, використовуючи алгоритми самооптимізації та самонавчання.
- Адаптивність підвищує ефективність і стійкість системи до змін, дозволяючи оптимізувати роботу в реальному часі та зменшувати втрати.

7. Ергономічність

- Створення зручних і зрозумілих для користувачів інтерфейсів, що полегшують взаємодію з автоматизованими системами.
- Ергономічні рішення сприяють підвищенню продуктивності праці, зменшенню кількості помилок і забезпечують швидке навчання персоналу.

8. Енергоефективність

- Оптимізація енергоспоживання шляхом використання

енергозберігаючих технологій та режимів роботи.

- Енергоефективність знижує експлуатаційні витрати та вплив на навколишнє середовище, що є важливим чинником для сучасних підприємств[2].

9. Детальний аналіз

Модульність забезпечує можливість швидкого розширення та модернізації автоматизованих систем без значних витрат на перебудову всієї системи. Це особливо важливо для динамічних виробництв, де вимоги до обладнання можуть швидко змінюватися.

Ієрархічність дозволяє створювати системи, які легко контролювати та налаштовувати, розділяючи функції управління між різними рівнями. Це сприяє зменшенню складності управління та підвищує надійність роботи системи в цілому.

Універсальність спрощує процес інтеграції нових компонентів та систем, знижуючи витрати на розробку та впровадження нових технологій. Використання стандартних компонентів також знижує вартість обслуговування та ремонту.

Надійність є критичним фактором для автоматизованих систем, особливо у важливих промислових процесах. Використання резервування та дублювання критичних компонентів допомагає запобігти збої і знижує ризик відмов.

Масштабованість дозволяє підприємствам поступово розширювати та модернізувати автоматизовані системи у відповідь на зміни виробничих вимог, що зменшує ризики інвестицій і забезпечує довговічність системи.

Адаптивність підвищує ефективність роботи системи за рахунок автоматичного налаштування на змінні умови, що дозволяє оптимізувати виробничі процеси та зменшувати втрати[3].

Ергономічність підвищує ефективність взаємодії оператора з системою, зменшує кількість помилок та підвищує продуктивність праці. Інтуїтивно зрозумілі інтерфейси зменшують час на навчання персоналу та покращують загальну ефективність роботи.

Енергоефективність знижує експлуатаційні витрати та вплив на

навколишнє середовище, що стає все більш важливим у сучасному світі зростаючих енергетичних витрат та екологічних вимог.

Таким чином, основні принципи автоматизації електромеханічних комплексів забезпечують надійність, ефективність та гнучкість автоматизованих систем, що дозволяє підприємствам підвищувати свою конкурентоспроможність і економічну ефективність[4].

1.2. Історія розвитку та сучасні тенденції в автоматизації ЕМК

Історія розвитку автоматизації ЕМК

1. Початковий етап (до середини 20-го століття)

– Перші спроби автоматизації включали використання механічних пристроїв, таких як важелі, шестерні та кулачкові механізми, для виконання повторюваних завдань.

– Впровадження електромеханічних реле дозволило створювати більш складні системи управління з логічними операціями.

2. Друга половина 20-го століття

– В 1950-1960-х роках широке застосування отримала електроніка, що дозволило створювати більш надійні та компактні системи управління.

– У 1970-х роках почали використовувати програмовані логічні контролери, які забезпечили гнучкість та зручність у програмуванні систем управління.

3. Кінець 20-го століття

– В 1980-1990-х роках почали впроваджувати комп'ютеризовані системи управління, що дозволило значно підвищити швидкість обробки даних та точність управління.

– Системи диспетчерського контролю та збору даних (SCADA) стали стандартом для моніторингу та управління складними виробничими процесами.

4. Сучасні тенденції в автоматизації ЕМК

- Інтернет речей (IoT)
- Використання мережі інтелектуальних пристроїв, що обмінюються даними між собою через Інтернет.

– Впровадження IoT дозволяє здійснювати моніторинг і управління в режимі реального часу, оптимізуючи роботу систем і знижуючи витрати.

5. Індустрія 4.0

– Четверта промислова революція, що базується на цифровізації виробничих процесів.

– Впровадження кіберфізичних систем, інтеграція всіх етапів виробництва та ланцюгів постачання через цифрові технології.

6. Машинне навчання та штучний інтелект (ШІ)

– Використання алгоритмів машинного навчання та ШІ для аналізу даних та прийняття рішень.

– Автоматизація процесів аналізу даних, прогнозування несправностей та оптимізації виробничих процесів.

7. Хмарні технології

- Використання віддалених серверів для зберігання та обробки даних.
- Зниження витрат на ІТ-інфраструктуру, забезпечення доступу до даних з будь-якої точки світу та підвищення гнучкості управління.

8. Когнітивна автоматизація

– Інтеграція технологій штучного інтелекту з автоматизованими системами управління.

– Застосування когнітивних систем для адаптивного управління, самонавчання та прийняття рішень в реальному часі.

9. Безпека та кібербезпека

- Забезпечення захисту автоматизованих систем від кіберзагроз.
- Впровадження засобів кібербезпеки, розробка стандартів та протоколів для захисту даних і систем.

10. Енергозбереження та екологічність

- Використання технологій для зниження енергоспоживання та

мінімізації впливу на навколишнє середовище.

- Розробка енергоефективних рішень, впровадження відновлюваних джерел енергії та оптимізація виробничих процесів для зниження шкідливих викидів.

11. Робототехніка та автоматизовані виробничі системи

- Використання роботів для виконання виробничих завдань.
- Розширення застосування роботів, підвищення їх функціональності та інтеграція з іншими автоматизованими системами.

Автоматизація електромеханічних комплексів (ЕМК) постійно розвивається, впроваджуючи новітні технології для підвищення ефективності та продуктивності виробництва. Інновації в цій сфері забезпечують підприємствам конкурентоспроможність на ринку та стійкий розвиток в умовах сучасної економіки[3].

1.3. Роль інноваційних технологій в автоматизації електромеханічних комплексів

Інноваційні технології відіграють ключову роль в розвитку та вдосконаленні систем автоматизації електромеханічних комплексів (ЕМК). Вони забезпечують підвищення ефективності, продуктивності, надійності та безпеки виробничих процесів, а також сприяють зниженню витрат і впливу на навколишнє середовище. Розглянемо основні аспекти ролі інноваційних технологій в автоматизації ЕМК:

1. Підвищення продуктивності

- Впровадження новітніх технологій дозволяє автоматизувати рутинні операції, зменшуючи час циклу виробництва та збільшуючи обсяги продукції.
- Використання роботів-маніпуляторів та автоматизованих конвеєрних ліній.

2. Покращення якості продукції

- Інноваційні технології забезпечують точнішу та стабільнішу роботу виробничих процесів, що сприяє зниженню браку та підвищенню якості продукції.
- Використання систем візуального контролю якості з застосуванням комп'ютерного зору.

3. Зниження витрат

- Автоматизація дозволяє зменшити витрати на робочу силу, енергоспоживання та матеріали.
- Використання енергоефективних приводів та оптимізація виробничих процесів за допомогою програмного забезпечення.

4. Підвищення надійності та безпеки

- Інноваційні технології забезпечують моніторинг і контроль стану обладнання в режимі реального часу, що сприяє своєчасному виявленню та усуненню несправностей.
- Впровадження систем діагностики та прогнозування несправностей на основі штучного інтелекту.

5. Гнучкість та адаптивність виробництва

- Сучасні автоматизовані системи дозволяють швидко налаштовувати виробничі процеси під нові вимоги ринку та зміни в продукції.
- Використання програмованих логічних контролерів (ПЛК) та ре-конфігуруємих виробничих ліній.

6. Інтеграція та зв'язок

- Інноваційні технології забезпечують інтеграцію різних систем та пристроїв у єдину інформаційну мережу, що дозволяє забезпечити безперервний обмін даними.
- Використання Інтернету речей (IoT) для моніторингу та управління обладнанням на відстані.

7. Енергоефективність

- Сучасні технології дозволяють оптимізувати енергоспоживання, що сприяє зниженню експлуатаційних витрат та зменшенню впливу на

навколишнє середовище.

- Використання інтелектуальних систем управління енергоспоживанням та відновлюваних джерел енергії.

8. Кібербезпека

- Інноваційні технології забезпечують захист автоматизованих систем від кіберзагроз, що є критичним у сучасних умовах розвитку промислового інтернету речей (IIoT).
- Використання засобів шифрування даних та систем виявлення вторгнень.

9. Аналіз даних та прийняття рішень

- Інноваційні технології дозволяють збирати та аналізувати великі обсяги даних, що забезпечує можливість прийняття обґрунтованих рішень для оптимізації виробничих процесів.
- Використання систем великих даних (Big Data) та штучного інтелекту для прогнозного аналізу та оптимізації виробництва.

Детальний аналіз ролі інноваційних технологій

1. Підвищення продуктивності:

Інновації у сфері робототехніки дозволяють впроваджувати роботів для виконання завдань з високою точністю та швидкістю, що значно підвищує продуктивність. Використання автоматизованих візків та конвеєрів для транспортування матеріалів та готової продукції. Системи комп'ютерного зору можуть аналізувати продукцію в режимі реального часу, виявляючи дефекти та забезпечуючи високу якість кінцевого продукту. Використання спеціалізованих програмних рішень для моніторингу та контролю всіх етапів виробничого процесу.

2. Зниження витрат:

Програмні рішення для моделювання та оптимізації виробничих процесів дозволяють зменшити витрати на сировину та енергію. Використання новітніх енергоефективних технологій, таких як частотні перетворювачі для електродвигунів, допомагає знижувати витрати на енергоспоживання.

3. Підвищення надійності та безпеки:

Системи на основі штучного інтелекту можуть прогнозувати можливі несправності обладнання, що дозволяє уникати простоїв та дорогого ремонту. Використання сенсорів та програмного забезпечення для моніторингу безпеки виробничих процесів.

4. Гнучкість та адаптивність виробництва:

Ре-конфігуровані виробничі системи: Сучасні виробничі лінії можуть швидко налаштовуватися під виготовлення різних видів продукції, що забезпечує високу гнучкість виробництва. Програмовані логічні контролери (ПЛК): Використання ПЛК дозволяє легко змінювати алгоритми управління та адаптувати виробничий процес до нових вимог. Інтеграція різних пристроїв та систем у єдину інформаційну мережу для забезпечення безперервного обміну даними та централізованого управління. Використання хмарних сервісів для зберігання даних та віддаленого управління виробничими процесами.

Інноваційні технології є ключовими драйверами розвитку автоматизації електромеханічних комплексів. Вони забезпечують підвищення ефективності, продуктивності та якості виробничих процесів, знижують витрати та підвищують надійність і безпеку систем. Впровадження сучасних технологій, таких як Інтернет речей, штучний інтелект, хмарні обчислення та інші, дозволяє підприємствам бути більш конкурентоспроможними та адаптивними до швидких змін ринкових умов.

2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

В повітряних розподільних мережах, які обладнані селективним захистом від ОЗЗ, пошук пошкодження здійснюють найчастіше шляхом послідовного розподілу мережі на окремі ділянки за допомогою роз'єднувачів і повторного ввімкнення вимикача на підстанції. Місце пошкодження на виділеній ділянці визначають візуально або шляхом вимірювань за допомогою мегомметра.

У тому випадку, коли захист від ОЗЗ діє на сигнал, застосовують методи функціональної [6,7] і тестової діагностики.

У методах функціональної діагностики як основна ознака пошкодження використовують рівень напруженості магнітного поля навколо дротів, створюваних струмами нульової послідовності основної і вищих гармонік.

Технічні характеристики пристроїв функціональної діагностики в основному визначаються характером контрольованого сигналу, тому розглянемо характеристики контрольованого сигналу.

При замиканні на землю струм нульової послідовності в пошкодженному приєднанні рівний сумі струмів нульової послідовності пошкодженого і непошкоджених приєднань. Величина струму нульової послідовності визначається ємністю і активною провідністю кожного з приєднань і струму дугогасного реактора, якщо він є. У некомпенсованих мережах напрям струму основної гармоніки на непошкодженному і пошкодженному приєднаннях протилежні по знаку, оскільки джерело напруги нульової послідовності можна вважати розташованим в місці замикання і, отже, струм нульової послідовності, що визначається ємнісним опором непошкоджених ліній, проходить в пошкоджений елемент у напрямі до шин, а в непошкодженному - від них.

У мережах з компенсованою нейтраллю на пошкодженій ділянці фаза основної гармоніки струму пошкодженої лінії залежить від співвідношення між місткістю непошкоджених ліній і індуктивністю дугогасних реакторів. При точній компенсації і перекомпенсації сумарного ємнісного струму, фази

основних гармонік реактивних складових струму нульової послідовності в пошкодженій і непошкодженій лінії будуть однаковими.

За інших рівних умов величина і фаза струмів ОЗЗ визначається напрямом напруги нульової послідовності U_{O3} і має найбільше значення при металевому ОЗЗ. Коли ОЗЗ відбувається через перехідний опір, U_{O3} визначається співвідношенням між опором нульової послідовності мережі і перехідним опором в місці ОЗЗ. Кут між U_{O3} і струмом замикання на землю завжди однаковий і рівний аргументу комплексного опору нульової послідовності мережі. Наявність перехідного опору в місці ОЗЗ зменшує U_{O3} і зсовує фазу останнього щодо фазної напруги. Окрім складової основної гармоніки, в струмі ОЗЗ завжди містяться вищі гармоніки [12]. Вони виникають при перехідних процесах і можуть існувати тривало через несинусоїдальності напруги мережі. Перехідний процес при ОЗЗ виникає в результаті перезаряду ємностей пошкодженої і непошкодженої лінії. Струм розряду затухає звичайно протягом долей мілісекунди, має частоту, що становить від одиниць до сотень кілогерц. Зарядні струми мають частоти порядку сотень або тисяч герц, а час їх загасання може тривати до 10 мс. Дугогасні реактори впливають на рівень високочастотних складових струму замикання на землю.

Несинусоїдальність напруг, що викликають появу вищих гармонік усталеного струму замикань на землю, визначається падінням напруги на еквівалентному опорі шин живлячої підстанції від несинусоїдальних фазних струмів. Розподіл по фазах і лініях вільної складової струму перехідного процесу заряду ємності і мережі і усталених струмів вищих гармонік такий же, як і складових промислової частоти, вплив дугогасної котушки на цей розподіл незначний [28]. При вимірюванні струмів нульової послідовності уздовж пошкодженої лінії рівень їх знижується плавно і лише за місцем пошкодження – різко [12]. Важлива ознака при пошуку місця ОЗЗ - розподіл

рівня вищих гармонік по окремих фазах пошкоджених і непошкоджених приєднань.

На пошкодженій лінії рівні гармонік в струмах двох непошкоджених фаз приблизно рівні, а в струмах пошкодженої фази від джерела живлення до місця ОЗЗ міститься сума вищих гармонік трьох фаз решти приєднань, тобто рівень гармонік в одному з фазних струмів пошкодженого приєднання істотно вище, ніж рівні двох інших фаз. Для непошкоджених ліній характерний високий рівень вищих гармонік в струмах непошкоджених фаз, в пошкодженій фазі значно нижче, а при металевому замиканні рівний нулю.

Вищі гармоніки струмів навантаження приєднань практично не змінюють приведених співвідношень рівнів гармонік струмів місткостей пошкодженого і непошкодженого приєднань, оскільки нейтралі трансформаторів навантаження ізольовані. Вищі гармоніки струмів навантаження містяться в рівних кількостях у всіх фазних струмах, і сума їх рівна нулю.

Для визначення місця пошкодження при ОЗЗ в практиці обслуговування ПЛ поширені переносні прилади [6,7,9,12].

По характеристиках контрольованих сигналів їх можна розділити на дві групи: прилади, контролюючі напруженість магнітного поля, яка створюється струмами нульової послідовності промислової (50 Гц) частоти, і прилади, контролюючі напруженість магнітного поля струмів високої частоти. Кожна група містить як струмові, так і направлені прилади. Направлені прилади дозволяють оцінити не тільки величину, але і напрям протікання струмів нульової послідовності.

Досвід розробки і експлуатації приладів, робота яких заснована на використуванні напруги основної частоти, не підтвердив доцільність їх широкого упровадження [27]. Найбільш ширше поширені прилади, засновані на використуванні вищих гармонік в струмі нульової послідовності. До них можна віднести такі прилади як "Пошук-1", "Хвиля", "Зонд" і ін.

Переносний прилад "Пошук-1" був першим приладом, що серійно випускається. Його робота заснована на вимірюванні складових магнітної

індукції від вищих гармонік в струмі замикання [27].

Функціональні схеми пристрою типу "Хвиля" і "Зонд", зображені на рис. 1.1. У пристрої типу "Хвиля" (рис. 1.1, а) струми нульової послідовності сприймаються магнітним датчиком М, а напруженість електричного поля за допомогою антени WA. Магнітний датчик М з конденсаторами 1 утворюють резонансний контур, налаштований на частоту 250-550 Гц, і включений на вхід емітерного повторювача 2. Дільник напруг 3 забезпечує ступінчасте регулювання чутливості пристрою. Сигнал з виходу дільників подається через блок управління

8 на перший вхід першого транзисторного підсилювача 4, на вихід якого включений вимірювальний прилад 5. Електрична антена WA, що є металевою пластиною, вбудованою в корпус пристрою, включена через емітерний повторювач 6 на вхід другого підсилювача 7, який має два виходи. Вихід постійного струму підсилювача 7 впливає на підсилювач 4, збільшуючи або зменшуючи його коефіцієнт посилення при зменшенні або збільшенні електричного поля в точці вимірювання і, отже, напруги на антені. Другий вихід змінного струму підсилювача 7 через блок управління 8 передає сигнал на вхід останніх двох каскадів першого підсилювача, що дозволяє контролювати напруженість електричного поля в точці вимірювання.

Схема пристрою "Зонд" (рис. 1.1, б) містить підсилювач напруги A1, підсилювач струму A2 і схему Е.

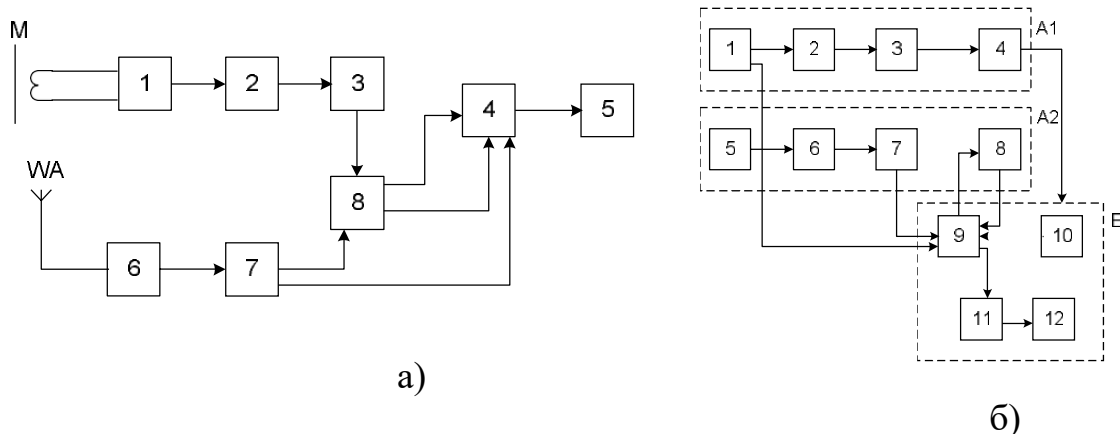


Рисунок 1.1 – Функціональна схема приладів:

- типу "Хвиля" (а) типу "Зонд" (б)

Пристрій "Зонд" дозволяє оцінити рівень струмів одинадцятої гармоніки і контролювати наявність напруги нульової послідовності основної частоти 50 Гц. Як дистанційні датчики струму і напруги в пристрої використовують діжечку на феритовому сердечнику і штиркову антену.

Місце замикання на землю за допомогою вище розглянутих приладів відшукують по такому алгоритму. Біля виходу ліній з території підстанцій прилад розташовують під однією з ліній на відстані 6-8 м від її осі і орієнтують його так, щоб покази вимірювальної системи було максимальним. Аналогічні вимірювання виробляють на решті ліній. Пошкоджену лінію визначають за максимальними показами з результатів вимірювання під всіма лініями. При обході лінії вимірювання проводяться в місцях розгалужень пошкодженої лінії. Непошкоджене відгалуження дає мінімальні покази приладу. Перехід через місце замикання визначається по різкому зниженню показів приладу.

Досвід експлуатації цих пристроїв в основному позитивний. Проте сам метод пошуку вимагає послідовного обходу лінії, окрім цього, рівень контрольованих сигналів залежить від величини перехідного опору в місці замикання. Необхідна чутливість контролю досягається лише при перехідному опорі в місці замикання, не перевищуючому 100-200 Ом. Це не дозволяє знайти пошкодження на ранній стадії його розвитку.

Необхідність послідовного обходу мережі може бути виключена при використуванні дистанційних методів визначення відстані до місця однофазного замикання на землю.

Для дистанційного визначення відстані до місця ОЗЗ запропонований спосіб [11,12] накладення на електричну мережу високочастотного сигналу після відключення її релейним захистом.

2.1 Загальна характеристика об'єкта дослідження

Аналіз та впровадження інноваційних технологій в системи автоматизації електромеханічних комплексів є дуже актуальною у сучасному світі, де

технологічний прогрес постійно вдосконалюється. Дослідження у цій області має на меті з'ясувати, які інноваційні технології можуть бути застосовані для підвищення ефективності, надійності та безпеки електромеханічних комплексів.

Проблема, яку ця тема спрямована вирішити, полягає у тому, що багато існуючих систем автоматизації в електромеханічних комплексах можуть бути застарілими або неоптимальними з точки зору сучасних потреб та можливостей. Це може призводити до зниження продуктивності, збільшення витрат енергії, а також ризику виникнення аварійних ситуацій.

Для вирішення цих проблем можуть бути використані такі методи:

- Технології Інтернету речей (IoT): Дозволяють збирати дані з різних частин електромеханічного комплексу в реальному часі для аналізу та оптимізації роботи систем.
- Штучний інтелект та машинне навчання: Для розробки систем прогнозування несправностей, автоматичного управління та оптимізації енергоспоживання.
- Big Data аналітика: Дозволяє проводити глибокий аналіз великих обсягів даних для виявлення залежностей та вдосконалення систем автоматизації.

Проведення такого дослідження дозволить виявити оптимальні шляхи впровадження інноваційних технологій у системи автоматизації електромеханічних комплексів, що призведе до підвищення їхньої ефективності, надійності та безпеки. Такий аналіз може стати важливим кроком у розвитку сучасних промислових систем та підвищенні їхньої конкурентоспроможності.

Зображення схеми LoRa та LoRaWAN, представлене на (рис.2.1), є ключовим елементом в розумінні революційних змін у під'єднанні до Інтернету речей. Розглянута схема дозволяє краще зрозуміти принципи функціонування LoRa та LoRaWAN і виявити їхню важливість у сучасних технологічних рішеннях, зокрема в продуктах компанії Jooby.

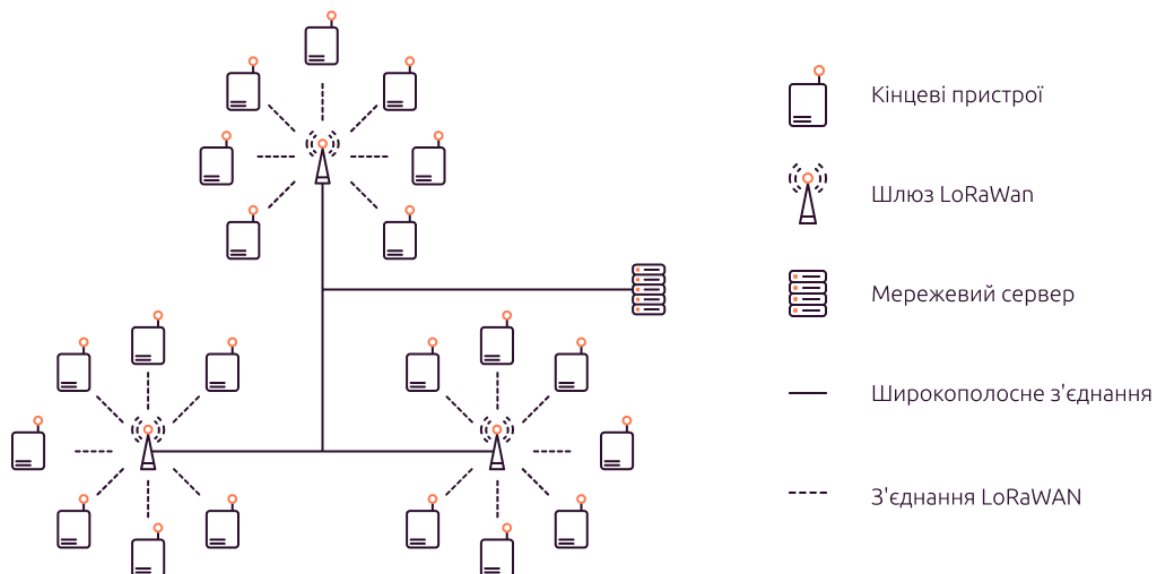


Рисунок 2.1 – Схема LoRa та LoRaWAN, революція в під'єднанні до Інтернету речей - Jooby.

Мережа 35-110 кВ, як складова сучасних систем автоматизації електромеханічних комплексів (ЕМК), втілює передові рішення в області автоматики та телемеханіки. Її оснащення пристроями, що дозволяють відключати пошкоджені ділянки ліній або підстанцій, включати резервне живлення та здійснювати дистанційне керування режимами роботи, є ключовим для забезпечення ефективності та надійності роботи систем.

Технічні характеристики такої мережі, зокрема залізобетонні центрифуговані стійки та провідники сталевалюмінієвого перетину 70-150 мм², відображають сучасні вимоги до стійкості та ефективності. Кожна лінія напругою 35-110 кВ приєднана до обмеженої кількості понижувальних підстанцій, що сприяє оптимальному розподілу навантаження.

Застосування інноваційних технологій у системах автоматизації ЕМК, таких як Інтернет речей (IoT), штучний інтелект та машинне навчання, а також Big Data аналітика, може забезпечити ще більшу ефективність та безпеку роботи систем. Аналіз і впровадження цих технологій дозволить підняти рівень надійності та забезпечити безпеку електромеханічних комплексів, відкриваючи нові можливості для їхнього розвитку та підвищення конкурентоспроможності.

Впровадження інноваційних технологій в системи автоматизації електромеханічних комплексів дотичне не лише ліній електропередачі високої напруги, але й ліній напругою 10 кВ, що є важливим компонентом інфраструктури. Зазвичай такі лінії будуються у вигляді повітряних трас. Вони відрізняються використанням алюмінію та сталюалюмінію як матеріалу для проводів, а також штирьових ізоляторів.

Системи автоматизації у цих лініях дозволяють їх секціонування та резервування за допомогою лінійних роз'єднувачів, що сприяє забезпеченню безперебійного живлення та підвищує надійність електромережі.

Схема відображає використання штучного інтелекту та машинного навчання у системах автоматизації електромеханічних комплексів наведена на рисунку 2.2. Давайте розглянемо її детальніше:

- Вимірювальна величина: Це перший етап, де збираються дані від різних датчиків. Наприклад, це може бути тиск, температура, вологість тощо.
- Уточнення вимірювальної величини: На цьому етапі можливо відфільтрувати аномальні або неточні дані, щоб отримати більш точні вимірювання.
- Функційні ознаки приладу: Це результат аналізу даних. Тут можуть бути використані алгоритми машинного навчання, такі як нейронні мережі, для виявлення закономірностей та оптимізації роботи системи.
- Реєстрація та сигналізація: Ці етапи можуть включати в себе ведення журналу подій, виявлення відхилень в роботі системи та відправку сповіщень адміністраторам або операторам.

Загалом, ця схема допомагає візуалізувати, як штучний інтелект та машинне навчання використовуються для оптимізації роботи електромеханічних комплексів. Це важливий напрямок розвитку, який допомагає покращити ефективність та надійність таких систем.

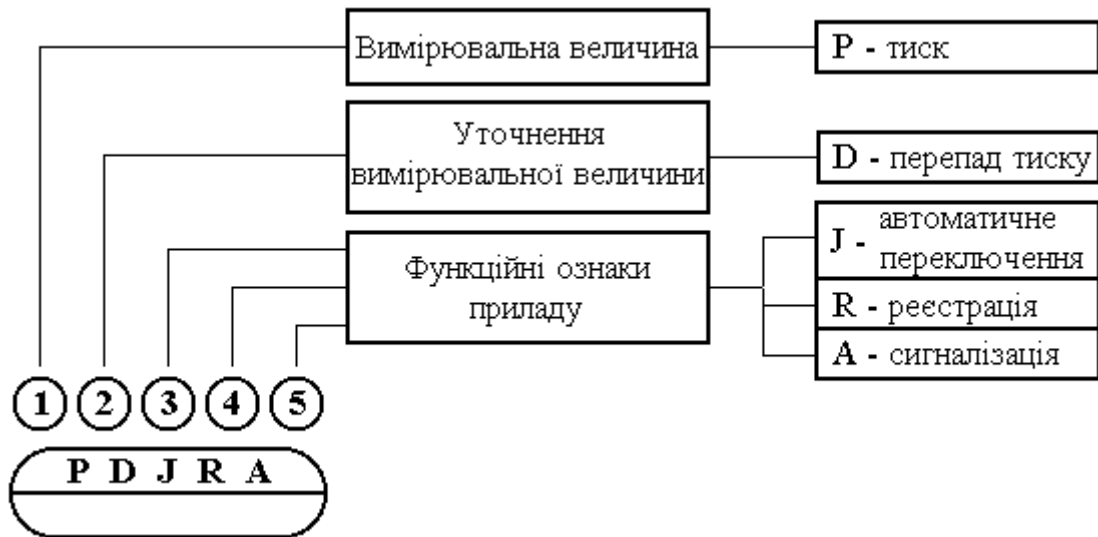


Рисунок 2.2 – Схема використання штучного інтелекту у системах автоматизації електромеханічних комплексів.

Великі дані (Big Data) — це позначення структурованих і неструктурованих даних великих обсягів та значного різноманіття, які ефективно обробляються горизонтально масштабованими програмними інструментами. Це поняття виникло в кінці 2000-х років як альтернатива традиційним системам управління базами даних та рішенням Business Intelligence 12. Великі дані можуть бути трьох різних категорій структури:

Неструктуровані дані: Це дані, які не мають визначеної структури. Вони знаходяться в одному великому пулі і можуть бути отримані з різних джерел, таких як соціальні мережі, веб-сайти, мобільні додатки, текстові дані, відео та зображення.

Напівструктуровані дані: Це дані, які мають частково визначену структуру. Наприклад, це можуть бути XML-файли, JSON-документи або інші формати, де деякі поля мають визначену структуру, а інші — ні.

Структуровані дані: Це дані, які мають чітку структуру, таку як таблиці баз даних, де кожен стовпець відповідає певному типу даних.

Ця схема відображає різні джерела даних, їх обробку та аналіз. Великі дані включають в себе інформацію з соціальних мереж, корпоративних джерел, показань приладів та багато іншого. Аналіз великих даних дозволяє виявляти закономірності, прогнозувати тенденції та приймати обґрунтовані рішення

або планових робіт і забезпечення безпечних умов їх проведення.

Основний зміст оперативних робіт — комутаційні операції в мережі з метою пошуку пошкодженої ділянки і виділення з схем елементу, на якому виконуватиметься аварійний або плановий ремонт, перемикання споживачів на резервне живлення, розподіл навантажень і т.п. Основна апаратура, якими виконуються ці операції, зосереджена на підстанціях 35-110 кВ, які і є основними центрами управління не лише в мережі 35-110 кВ, але і 10 кВ.

При невеликих розмірах території району електричних мереж і об'ємах обслуговування (проїзд до найвіддаленішого пункту не перевищує 1 год, а протяжність мереж 0,38-10 кВ до 800 км) використовують одну бригаду в зміну. У разі великих територій району організують цілодобове обслуговування однією центральною оперативно-виїзною бригадою і декількома бригадами, дислокованими на оперативно-експлуатаційних пунктах, що працюють в одну або дві зміни, а в нічний час вся мережа району обслуговується центральною бригадою. Вдосконалення оперативного обслуговування досягається шляхом організації обслуговування як мереж 0,4-10 кВ так і живлячих підстанцій 35-110 кВ одною бригадою.

Рівень автоматизації сільських розпорядливих мереж ще незначний [4].

Для РМ напругою 10 кВ від міжфазних КЗ використовують струмовий захист ТЗВР, пристрій КРЗА-С, захисту типу ЛТЗ, рідше КЗ-321 і ДЗ-10У; для автоматичного повторного ввімкнення апаратуру АПВ-2П; для автоматичного повторного ввімкнення резерву комірки К-102 з вакуумними вимикачами ВВВ-

10 і реле часу ЭВ-245, ЭВ-238. Для пошуку місця короткого замикання застосовують пристрій УПУ-1, УКЗ-2М, ФМК-10, а однофазного замикання на землю переносні прилади типу "Зонд", "Пошук", "Гармоніка" і ін.

Рівень надійності електропостачання споживачів, приєднаних до сільських СЕП коливається в значних межах. У зв'язку з цим середня величина показника надійності для усереднених параметрів СЕП не є інформативною і може бути використана лише для зіставлення з електричними мережами іншого

призначення. Середня відносна незабезпеченість споживачів, приєднаних до сільської СЕП з середніми параметрами складає приблизно 80-110 годин простою в рік одного споживача [7]. При цьому 20-30 % незабезпеченості обумовлені пошкодженнями в мережах напругою 35-110 кВ, 60-75 % — пошкодженнями в мережах 10 кВ і 10-15 % — в мережі 0,4 кВ.

У системах електропостачання міст [8] ще більш, чим в сільських районах різноманітний склад споживачів, особливості їх функціонування, вимоги до надійності.

Міські СЕП складаються з трьох-чотирьох структурно-ієрархічних рівнів. Перший рівень — постачальні мережі 35, 110 кВ, а для крупних міст — 220 кВ. Побудова мережі 35-110 кВ залежить від розміру міста. Схема мережі 35-110 кВ середнього міста складається з декількох підстанцій напругою 35, 110 кВ, приєднаних до однієї або декількох ліній з двостороннім живленням, і утворюють зовнішнє кільце електропостачання.

Другий рівень — живлячі мережі ЛЕП 6-10 кВ, які відходять від шин центрів живлення і подають електроенергію на розподільні пункти без приєднання до них інших споживачів. Живлення розподільних пунктів здійснюється по двох-чотирьох лініях 6, 10 кВ. Розподільний пристрій складається з двох секцій з секційним вимикачем, забезпеченим пристроєм АВР, або з секційним роз'єднувачем. Найбільш типові схеми міських розподільних пунктів представлені на рис. 1.3. Розподільні мережі 6-10 кВ будуються в основному резервованими трансформаторними підстанціями транзитного типу. Найбільш поширена петлева схема, в якій до лінії приєднуються 5-15 трансформаторних підстанцій 6, 10/0,4 кВ. У нормальному режимі петля розімкнена. Схема забезпечує вимоги до надійності споживачів II-ої категорії.

Для крупних міст застосовується двопроточна схема 6,10 кВ, що забезпечує необхідну надійність електропостачання відповідальних споживачів. Двох проточні схеми застосовуються з АВР на стороні 6, 10 кВ або 0,4 кВ.

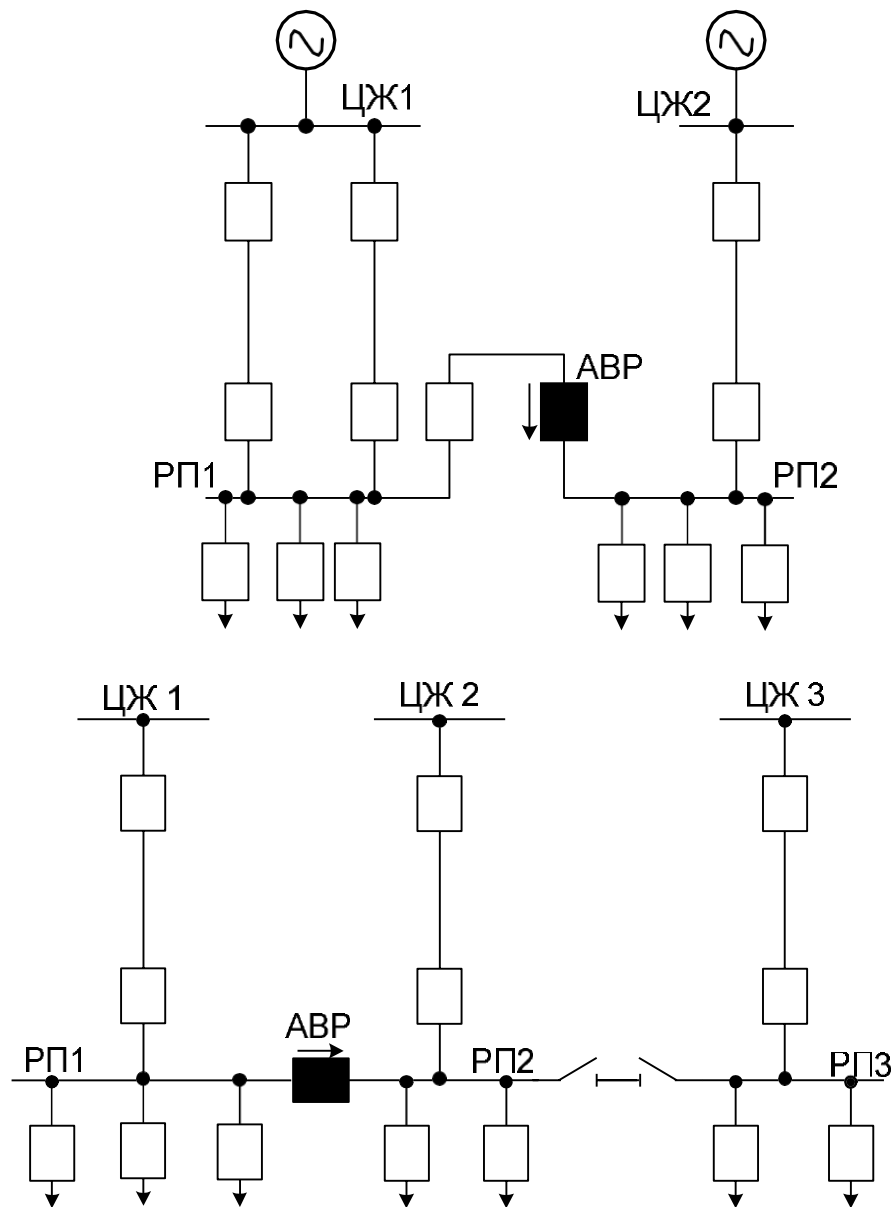


Рисунок 2.3 – Найбільш поширені схеми міських розподільних пунктів

Мережі напругою 0,4 кВ застосовуються різної модифікації: радіальні з приєднанням споживачів на нерезервуємих відгалуженнях; резервовані і нерезервовані, петлеві, магістральні. Використовуються різні поєднання схем мереж 0,4, 6, 10 кВ. Замкнуті мережі не застосовуються із-за складності в забезпеченні селективної роботи релейного захисту.

Лінії електропередачі напругою 35, 110 кВ звичайно виконуються повітряними, лінії живлячої мережі 6, 10 кВ і розподільні мережі 6, 10 кВ в основному споруджуються в кабельному виконанні. Кабелі прокладаються в

землі, рідше в блоках, тунелях, колекторах. Лінії напругою 0,4 кВ бувають повітряними і кабельними. Кабельні лінії споруджуються в районах багатоповерхових житлових масивів; повітряні — в районах малоповерхової забудови.

Понижувальні підстанції 35, 110 кВ виконуються спрощеного типу з відділювачами і короткозамикачами. На околицях міста підстанції споруджуються у відкритому виконанні, в центральній частині і в районах щільної жилої забудови — закриті.

Розподільний пристрій 10 кВ ТП складається, як правило, з трьох-шести комірок з лінійними вимикачами навантаження, роз'єднувачами і запобіжниками. Обслуговуються міські мережі спеціалізованими районами

електричних мереж, що входять до складу підприємства

електричних мереж. Районелектричних мереж

має ремонтно-виробничу базу, де знаходиться

диспетчерський пункт, середня зона обслуговування міського РЕМ — до 8 тис. умовних одиниць обладнання.

На відміну від сільських і міських, СЕП промислових підприємств є підсистемою технологічного комплексу, і це визначає вимоги до принципів побудови СЕП і її параметрів. Природно, що вимоги, що пред'являються до надійності електропостачання на підприємствах різні, на одних підприємствах перерва в електропостачанні призводить лише до незначних додаткових витрат або простою устаткування, а на інших припинення подачі електроенергії призводить до аварії.

Вибір принципів побудови схем СЕП промислового підприємства залежить від його потужності, особливостей технологічного процесу займаної території. Звичайно джерелом електроенергії є енергосистема

Для крупних заводів і комбінатів споруджується головна понижувальна підстанція (ГПП) з вищою напругою 35-220 кВ, на якій встановлюються два і більше трансформатора; ГПП одержує живлення від енергосистеми не менше, чим по двох лініях.

Малі промислові підприємства з однією або декількома ТП включаються в мережу загального призначення — міську або сільську.

Рівень автоматизації міських мереж значно вищий, ніж сільських. На повітряних і кабельних лініях є захисту від між фазних КЗ, однофазних замикань на землю, АПВ, АВР. Пристрої автоматичного введення резерву на напрузі 6, 10 кВ встановлюються на шиноз'єднувальних вимикачах ПС, РП. Автоматичне введення резерву здійснюється або безпосередньо на введенні відповідальних споживачів, або на збірках 0,4 кВ в ТП.

Міські понижувальні підстанції 35, 110 кВ мають пристрої телесигналізації і телекерування з диспетчерського пункту. Трансформаторні підстанції оснащені показниками пошкодженої ділянки, широко використовуються різні пристрої для пошуку місця пошкодження в кабельній лінії.

Середня тривалість простою одного споживача в рік складає 2,4 - 5 годин [4]. Незабезпеченість електроенергією в мережах 35, 110 кВ складає 15-20%;

живлячих мереж 6-10 кВ — 57 %, розподільних мереж 6, 10 кВ — 50-60 %, мереж 0,4 кВ — 20-25 %. У міських РМ відстань між комутаційними апаратами набагато менше, ніж в сільській місцевості, що дозволяє значно скоротити час пошуку пошкодженої ділянки.

Мережі напругою до 1000 В [8] виконуються радіальними, магістральними, змішаними, замкнутими.

У радіальній мережі від щита відходять живлячі магістралі до головних шаф, від них — вторинні магістралі до розподільних шаф і відгалуження до окремих струмоприймачів. Магістральні мережі будуються за принципом блок "трансформатор-магістраль". Замкнуті мережі складаються з магістралей, зв'язаних в замкнутий контур. У вузли контура подається живлення від ТП. На ввіді до вузла встановлюється автомат із захистом від зворотного струму.

При передачі і розподілі електроенергії в СЕП промислових підприємств використовуються кабельні, рідше повітряні ЛЕП. Повітряні ЛЕП застосовують

в основному для подачі живлення на ГПП від енергосистем. Використовуються також шинопроводи для передачі великих струмів. Кабелі прокладаються в каналах, колекторах, спеціальних естакадах.

Внутрішні мережі промислових підприємств обслуговуються спеціальним персоналом, що входить до складу енергетичної служби. Зовнішні мережі невеликого підприємства, що живляться від мереж напругою 6, 10 кВ загального призначення, знаходяться в оперативному обслуговуванні підприємства електричних мереж. На великих комбінатах створюються диспетчерські пункти по управлінню СЕП промислового підприємства. Ці ДП підтримують економічний режим роботи СЕП, проводять роботи по підвищенню якості електроенергії, виконують оперативні роботи по локалізації і ліквідації пошкоджень.

Мережі сучасних промислових підприємств широко оснащені пристроями протиаварійної автоматики, телесигналізації, телевимірювання і телекерування [2-4].

2.2 Загальна структура функцій АСУ ТП ПС

Структура АСУ ТП на підстанції має зазвичай три рівні.



Рисунок 2.4 – Рівні АСУ ТП

- Нижній рівень або рівень датчиків та виконавчих пристроїв, або польовий рівень, включає пристрої, які безпосередньо пов'язані з об'єктом управління і забезпечують збір інформації і передачу команд для управління системою. На цьому рівні знаходяться локальні мікропроцесорні пристрої, такі як контролери, пристрої вимірювання, сигналізації та керування, а також мікропроцесорні пристрої інших підсистем, таких як РЗА, ПА та системи моніторингу та діагностики

основного обладнання.

- Середній або технологічний рівень охоплює пристрої, які збирають, обробляють та передають інформацію для передачі на вищий рівень та віддалені центри управління. Здійснюється інтеграція підстанційних систем, що межують між собою.
- Вищий або диспетчерський рівень включає в себе : АРМ персоналу , засоби локальної обчислювальної мережі, сервери, які зберігають, обробляють та передають інформацію.[4]

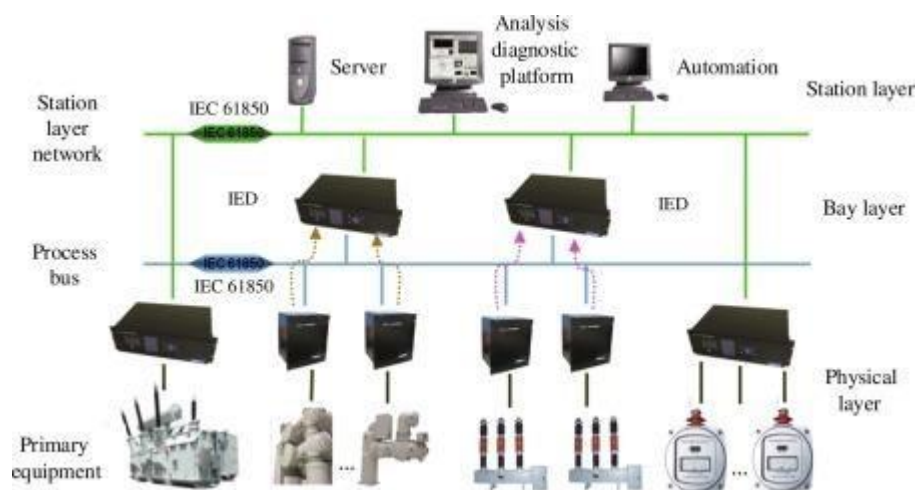


Рисунок 2.5– Структурна схема АСУ ТП на ПС

ПТК Системи збору та передачі інформації (ПТК СЗПІ) та ПТК Автоматизованої системи управління технологічним процесом (ПТК АСУ ТП) є складовими комплексної системи, призначеної для збору та передачі інформації. У даному контексті ми розглянемо ПТК АСУ ТП, який є найбільш функціональним.

2.3 Програмно-технічні комплекси і системи у складі АСУ ТП

ПТК є сукупністю компонентів, які включають мікропроцесорні пристрої автоматизації, пульти індикації для оператора, сервери з різними цілями, промислові мережі для з'єднання цих компонентів. У системі також використовуються програмні контролери та пульти індикації для оператора. АСУ ТП можна розглядати як комплекс з трьох рівнів, який включає програмне та технічне забезпечення.

Підсистеми АСУ ТП підстанції:

- Система збору даних
- Система керування та управління
- Система диспетчерського управління
- Система діагностики та прогнозування
- Система безпеки та захисту
- Система автоматизації
- Система релейного захисту

Для керування застосовують систему SCADA, вона має на меті збирати, моніторити, керувати та аналізувати дані з різних промислових процесів в режимі реального часу. Основна мета системи SCADA - забезпечити операторам технологічних систем зручний та централізований інтерфейс для відстеження стану та керування промисловими процесами.

Завдання SCADA-системи включають:

1. Забезпечення обміну даними з пристроями зв'язку, такими як промислові контролери та плати введення/виведення, у режимі реального часу за допомогою драйверів.

Реалізація обробки інформації у режимі реального часу.

3. Відображення інформації на моніторі в зручному для користувача форматі.
4. Ведення бази даних з технологічною інформацією у реальному часі.
5. Надання аварійної сигналізації та управління

тривожними повідомленнями.

6. Підготовка та генерація звітів щодо ходу технологічного процесу.
7. Забезпечення зв'язку з зовнішніми додатками, такими як електронні таблиці, текстові процесори та інші.

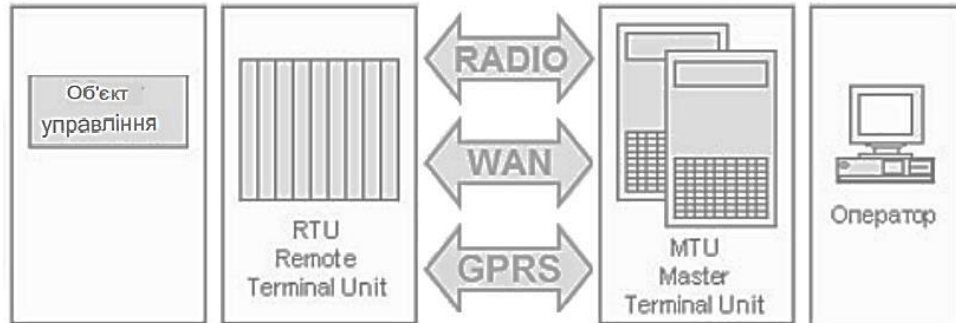


Рисунок 2.6 – Структура системи SCADA

SCADA-система складається з трьох основних компонентів: віддаленого терміналу (RTU), диспетчерського пункту управління (MTU) і комунікаційної системи (CS).

2.4 Потоки інформації при функціонуванні АСУ ТП

Потік інформації - це набір даних, що переміщуються в одному напрямку у просторі і часі. Ці дані мають загальне джерело і приймач. Потік складається зі значущих структурних елементів, які називаються повідомленнями. Одне з головних завдань АСУ ТП - передавати управлінському персоналу мінімум інформації, необхідної для визначення стану виробництва та прийняття рішень.

Бази даних в системі повинні бути оптимально організовані, використовуючи єдину систему класифікації та кодування техніко-економічної інформації, а також уніфіковані системи документації. Інформаційне забезпечення АСУ ТП повинно забезпечувати всім функціональним підсистемам необхідну інформацію в потрібному обсязі, вчасно і у зручному форматі для використання.



Рисунок 2.7 – Схема інформаційних потоків

В системному описі АСУ ТП важливою складовою є схема інформаційних потоків, яка демонструє шляхи руху інформації через систему управління та надає характеристику інформації, необхідної для вирішення функціональних завдань.

Інформаційні сигнали є:

1. Це сигнали, які постійно змінюються впродовж часу.
2. Це сигнали, які можуть мати лише обмежену кількість значень.

[6]

З ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

Автоматизація насосної станції має на меті підвищення ефективності, надійності та економічності роботи, а також зниження витрат на обслуговування та енергоспоживання. Розглянемо приклад вибору системи автоматизації для насосної станції, що обслуговує промислове підприємство.

1. Технічні аспекти

1.1. Вихідні дані

Тип об'єкта: Насосна станція для водопостачання.

Кількість насосів: 4 насоси загальною потужністю 20кВт.

Поточна система автоматизації: Ручне управління з базовою SCADA-системою.

Ціль автоматизації: Підвищення ефективності, зниження експлуатаційних витрат, покращення контролю та моніторингу.

1.2. Інноваційні технології

IoT: Датчики для моніторингу стану обладнання, витрати води, енергоспоживання.

AI та ML: Прогнозна діагностика несправностей, оптимізація режимів роботи насосів.

Кібербезпека: Захист від несанкціонованого доступу та кібератак.

1.3. Технічні переваги

Підвищення надійності та безпеки завдяки прогнозній діагностиці та дистанційному моніторингу.

Оптимізація режимів роботи насосів для зниження енергоспоживання.

Зниження кількості аварійних зупинок та простоїв.

2. Економічні аспекти

2.1. Початкові інвестиції

- IoT обладнання: 2,412,000 грн
- AI та ML програмне забезпечення: 1,206,000 грн

- Впровадження та навчання персоналу: 723,600 грн
- Загальна вартість: 4,341,600 грн

2.2. Операційні витрати

- Поточні витрати на обслуговування: 964,800 грн/рік
- Економія завдяки прогнозній діагностиці: 361,800 грн/рік
- Зниження енергоспоживання на 15%: 482,400 грн/рік
- Нові операційні витрати: 603,000 грн/рік (включаючи технічне обслуговування нової системи)

2.3. Вигоди від впровадження

- Зниження загальних операційних витрат: 361,800 грн/рік
- Економія на енергоспоживанні: 482,400 грн/рік
- Загальна економія: 844,200 грн/рік

3. Розрахунок терміну окупності

3.1. Розрахунки

- Початкові інвестиції: 4,341,600 грн
- Річна економія: 844,200 грн

4.1. Використання передових технологій

- Прогнозна діагностика: Зменшення кількості аварійних зупинок насосів на 50%.
- Оптимізація роботи насосів: Підвищення ефективності на 10-15%, зменшення зносу обладнання

4.2. Відповідність сучасним стандартам

- Відповідність міжнародним стандартам (ISO 9001, IEC 62443): Підвищення рівня безпеки та якості управління.
- Кібербезпека: Впровадження сучасних заходів захисту від кібератак, відповідність стандартам IEC 62443.

5. Додаткові розрахунки

5.1. Грошовий потік

- Поточні витрати (до впровадження): 964,800 грн/рік
- Витрати після впровадження: 603,000 грн/рік
- Річна економія: 361,800 грн (технічне обслуговування) + 482,400 грн (енергоспоживання) = 844,200 грн/рік

5.2. Чистий теперішній ефект (NPV)

Враховуючи ставку дисконтування 5% та термін експлуатації 10 років:

Розв'язок цього рівняння чисельними методами дає $IRR \approx 14\%$.

Впровадження системи автоматизації насосної станції на базі IoT та AI технологій забезпечить значне підвищення ефективності та надійності роботи. Економічні розрахунки показують, що інвестиції окупляться за приблизно 5 років завдяки зниженню операційних витрат та енергоспоживання. Окрім економічних вигод, система забезпечить підвищення безпеки та відповідність сучасним стандартам, що сприятиме стабільній та безперебійній роботі насосної станції. Систему обиратимемо виходячи із таких міркувань:

1. Річні затрати на спорудження електроприводу.
2. Надійність електроприводу.
3. Відповідність вимогам регулювання.

З метою вибору оптимального варіанту з позиції економічної ефективності (капітальних затрат та терміну окупності) здійснимо їх порівняння згідно критерію приведених затрат:

$$Z_i = E_n \cdot K_i + C_i, \quad (3.1)$$

де i – кількість розглянутих варіантів;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності (приймається 0,17 для всіх галузей промисловості), 1/рік;

K_i – капітальні затрати, грн. де C_A – амортизаційні відрахування, грн./рік; C_P – відрахування на ремонт, грн./рік; C_D – додаткові відрахування, грн./рік;

C_O – відрахування на обслуговування, грн./рік.

Величина амортизаційних відрахувань в середньому приймається 10% від капітальних затрат:

$$C_A = 0,1 \cdot K, \quad (3.2)$$

Підставивши дані отримаємо:

$$C_A = 0,1 \cdot 315600 = 31560 \text{ (грн./рік)}$$

Відрахування на ремонт електрообладнання приймають в розрахунку 2% від капітальних затрат:

$$C_P = 0,02 \cdot K, \quad (3.3)$$

Підставивши дані отримаємо:

$$C_P = 0,02 \cdot 315600 = 6312 \text{ (грн./рік)}.$$

Додаткові відрахування враховують втрати енергії в двигуні у стаціонарних та перехідних режимах роботи:

$$C_D = \Delta P_{\Sigma} \cdot c, \quad (3.4)$$

де ΔP_{Σ} – сумарні втрати потужності в двигуні у стаціонарних та перехідних режимах роботи, (кВт·год.)/рік;

c – вартість для промисловості одного кіловата потужності за годину, грн./(кВт·год.) ($c = 1,75$ грн./(кВт·год.)).

Сумарні втрати потужності в двигуні у стаціонарних та перехідних режимах роботи:

де $\Delta P_{\text{ном}}$ – втрати потужності в двигуні в номінальному режимі роботи, кВт;

$\Delta P_{\text{перех.}}$ – додаткові втрати потужності в двигуні у перехідних режимах роботи, кВт;

k_z – коефіцієнт завантаження по потужності (приймають рівним 0,8);

Φ – дійсний фонд часу роботи системи електричного привода за рік, год/рік.

Втрати потужності в двигуні в номінальному режимі роботи з врахуванням відносних втрат в системі де $P_{\text{ном}}$ – номінальна потужність електричного двигуна ($P_{\text{ном}} = 7.5$ кВт); $\eta_{\text{ном}}$ – номінальний ККД двигуна ($\eta_{\text{ном}} = 0,87$),

$\Delta \eta_c$ – відносне значення втрат в системі ($\Delta \eta_c = 0,003$). Підставивши дані

отримаємо:

Додаткові втрати потужності в двигуні у перехідних режимах роботи приймають рівними 10% від номінальних: Підставивши дані отримаємо:

$$\Delta P_{\text{перех.}} = 0,1 \cdot 1,15 = 0,11 \text{ (кВт)}.$$

Дійсний фонд часу роботи системи електричного привода за рік:

$$\Phi = \varepsilon \cdot Z_{\text{р.д.}} \cdot Z_{\text{р.з.}} \cdot t_{\text{р.з.}} \quad (3.5)$$

де ε – відносна тривалість ввімкнення ($\varepsilon = 1$);

$Z_{\text{р.д.}}$ – кількість робочих днів за рік ($Z_{\text{р.д.}} = 350 \text{ 1/рік}$);

$Z_{\text{р.з.}}$ – кількість робочих змін ($Z_{\text{р.з.}} = 1$);

$t_{\text{р.з.}}$ – тривалість робочої зміни ($t_{\text{р.з.}} = 8 \text{ год}$).

Підставивши дані отримаємо:

$$\Phi = 1 \cdot 350 \cdot 1 \cdot 8 = 2800 (\text{год/рік})$$

Сумарні втрати потужності в двигуні у стаціонарних та перехідних режимах роботи згідно формули (4.9):

$$\Delta P_{\Sigma} = (5,8 + 0,11) \cdot 0,8 \cdot 2800 = 13238,4 \text{ (кВт}\cdot\text{год)/рік}.$$

Додаткові відрахування згідно формули (3.8):

$$C_{\text{д}} = 13238,4 \cdot 1,75 = 23167,2 \text{ (грн./рік)}.$$

Відрахування на обслуговування електрообладнання приймають рівним 5% від суми відрахувань на амортизацію, ремонт та додаткових затрат:

$$C_{\text{о}} = 0,05 \cdot (C_{\text{а}} + C_{\text{д}} + C_{\text{р}}), \quad (3.6)$$

Підставивши дані отримаємо:

$$C_{\text{о}} = 0,05 \cdot (31,560 + 23167,2 + 6312) = 3051,96 \text{ (грн./рік)}.$$

Загальні додаткові відрахування згідно формули (3.4):

$$C = 31,560 + 23,167,2 + 6,312 + 3,051,9 = 64,091,1 \text{ (грн./рік)}.$$

Приведені затрати згідно формули (3.1):

$$Z_{\text{пч-ад}} = 0,17 \cdot 315,600 + 64,091 = 600,611 \text{ (грн./рік)}.$$

Для інших систем електричного приводу проведемо аналогічні розрахунки, результати розрахунків зведемо в порівняльну таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняльна таблиця для вибору систем електричного привода

Показник	Система електричного привода			
	ПЧ-АД	ТРН-АД	РКС-АД з ФР	ТП-Д
Вартість двигуна Д, грн.	248,000	248,000	357,000	326,000
Вартість системи керування СК, грн.	67,600	52,017	24,500	56,180
Капітальні затрати К, грн.	315,600	305,860	359,450	382,180
Річні капітальні затрати $K_{річн}$, грн./рік	53,673	52,017	61,131	64,996
Амортизаційні відрахування C_A , грн./рік	31,560	30,586	35,945	38,218
Відрахування на ремонт C_P , грн./рік	6,312	6,118	7,189	7,643
Додаткові відрахування C_D , грн./рік	23,167	66,343	80,820	20,385
Відрахування на обслуговування C_O , грн./рік	3,052	5,152	6,197	3,312
Загальні відрахування С, грн./рік	64,091	108,199	130,151	69,558
Приведені затрати З, грн./рік	600,611	628,161	741,216	719,264

Одним з ефективних засобів енергозбереження є частотно-регульовані приводи з асинхронними електродвигунами.

Застосування частотних перетворювачів дає велику можливість автоматизації технологічних процесів і їхньої оптимізації, а також вирішує проблеми, пов'язані з пуском електродвигунів. Виключаються високі пускові струми електродвигунів і ударні навантаження в керованих механічних і гідравлічних пристроях.

У приводі з частотним перетворювачем забезпечується надійний захист і електродвигуна, і самого перетворювача. Частотні перетворювачі прості в керуванні, можуть сполучатися з керуючими контролерами, іншими елементами і пристроями автоматики.

Отже, найбільш вигідним для застосування з економічної та технічної

точки зору є система електричного приводу типу ПЧ-АД, яка забезпечує надійність, зручність експлуатації та налагодження для приводу насосу гідросистеми.

Висновки: з врахуванням техніко-економічних розрахунків, вибираємо систему електропривода перетворювач частоти – асинхронний двигун з КЗ ротором (ПЧ-АД).

4 РОЗРОБКА СХЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СТРУКТУРНОЇ, РОЗРАХУНОК І ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ

4.1 Розробка структурної схеми системи автоматизації електропривода

Згідно поставлених задач проектування, було розроблена структурна схема системи автоматизації електропривода (рисунок 4.1).

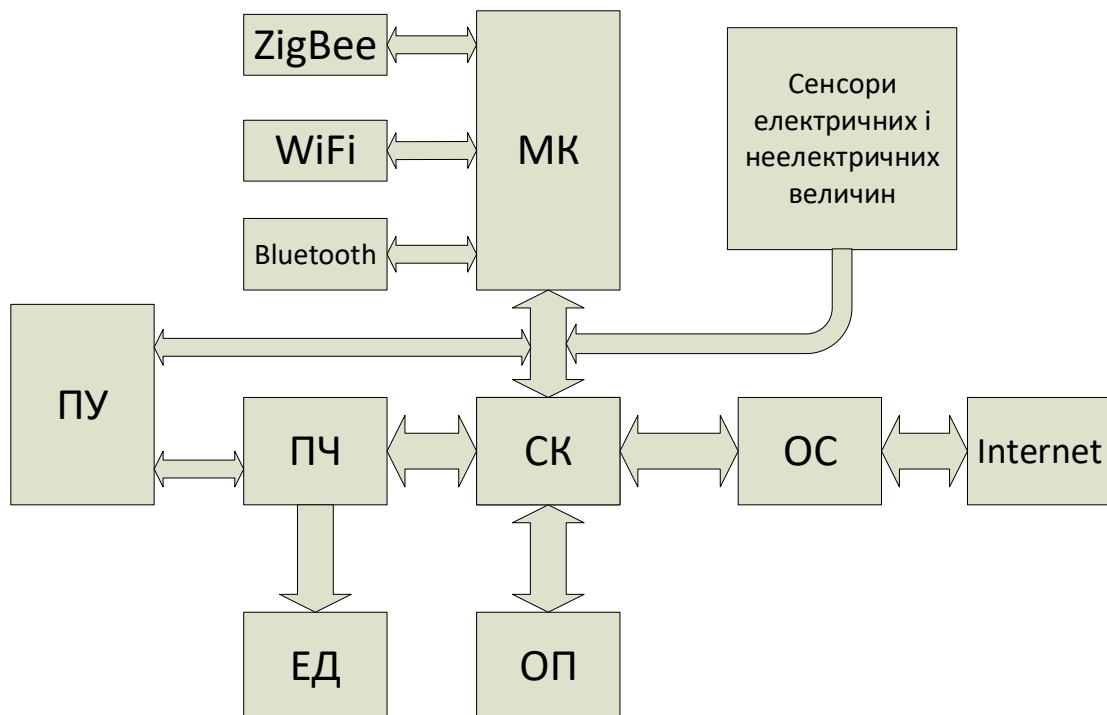


Рисунок 4.1 –Структурна схема електропривода насоса

ОП – операторська панель (XpanelXT10CA, фірми KDT SYSTEM); ПУ – пульт управління; ПЧ – перетворювач частоти FC-51 фірми Danfoss; СК – система керування (контролер CPU314C-2PN/DP, фірми SIEMENS); МК – мікроконтролер; WiFi, Bluetooth, ZigBee – модулі; ОС – операторська станція (SCADA); ЕД – електричний двигун.

Як відомо, основне завдання частотного перетворювача - управляти синхронними та асинхронними двигунами, забезпечувати підтримку необхідних обертів електродвигуна, шляхом зміни частоти на виході. За допомогою ПЧ можна з легкістю управляти технологічними процесами, що потребують частих пусків, зупинок та змін швидкості електродвигунів. На цифровому дисплеї перетворювача частоти відображаються головні

параметри системи: вихідна частота, струм, задана швидкість, вихідна потужність, момент та інші параметри.

Суттєвою перевагою частотного перетворювача є те, що він дозволяє заощадити на непродуктивних витратах енергії, оскільки йому притаманна функція енергозбереження. Своєю чергою, дана функція дає можливість економити від 5 до 60% електроенергії, завдяки підтримки двигуна в режимі потрібного ККД (коефіцієнта корисної дії).

На ринку існує досить велика кількість частотних перетворювачів, відповідно і конкуренція в цьому сегменті є надзвичайно високою. Тепер постає питання, на що звернути увагу під час вибору даного пристрою, не помилитися та не переплатити. По-перше, підбираючи частотний перетворювач, варто визначити тип навантаження на валі двигуна, а також режим роботи електроприводу. Відповідно важливо виокремити та проаналізувати область застосування перетворювачів. Наприклад, існують ЧП для управління вентиляторами, насосами, станціями, ліфтами, підйомниками, кранами, станками і т. п. Отож, потрібно визначитися зі сферою застосування ЧП. Зупинимось більш детально на насосних станціях.

Для електропривода насоса обираємо частотний перетворювач типу FC- 51, фірми Danfoss, так як він має високі функціональні можливості.

Основні характеристики:

- Векторне управління зі зворотним зв'язком за швидкістю;
- Вбудований ПІД- регулятор;
- Вбудований ЕМІ - фільтр;
- Функція підтримки моменту;
- Знімна панель управління;
- Вбудований програмований контролер;
- RS - 485 Modbus, можливість одночасного управління 125 перетворювачами ;
- Аналогові і цифрові входи для багатоступінчастої, дистанційної регулювання швидкості обертання і синхронізації.

Таблиця 4.1– Технічні характеристики частотного перетворювача FC-51 фірми Danfoss

Потужність двигуна, кВт	7,5
Напруга, В	3-фазне, 400 В $\pm 15\%$
Вихідна частота, Гц	50/60 Гц, $\pm 5\%$
Точність налаштування частоти	Цифрова - 0,01 Гц; Аналогова - максимальна точність 0,4%
Режим налаштування	Векторний контроль зі зворотнім зв'язком по швидкості
Перевантажувальна здатність	150 % від номінальної потужності двигуна протягом 60 сек.
ПД-регулятор	Внутрішній ПД-регулятор для автоматичного керування
Обертальний момент	Підтримка обертального моменту в межах 1 - 30%, пусковий момент 150%
Режим гальмування	Гальмування постійним струмом
Задання частоти	Цифрова установка з панелі управління. Аналогова 0-10В, 0/4-20мА. Через РЭ485 цифровий інтерфейс
Функції захисту	Від обриву фаз, зниженої напруги, перевантажень по струму і напрузі, генераторного перенапруги, перегріву, неполадок периферійної апаратури, зовнішніх перешкод.
Дисплей	Світлодіодний дисплей показує вихідну частоту, струм і напругу; кінцеву лінійну швидкість; тип помилки; значення функції програмування. Чотири світлодіодних індикатори показують стан перетворювача.
Температура навколишнього середовища	-10°C... +50 °C

На рисунку 4.2 представлена схема підключення силових кіл та кіл керування до частотного перетворювача FC-51, а в таблиці 4.2 приведені призначення та характеристики клем кола керування.

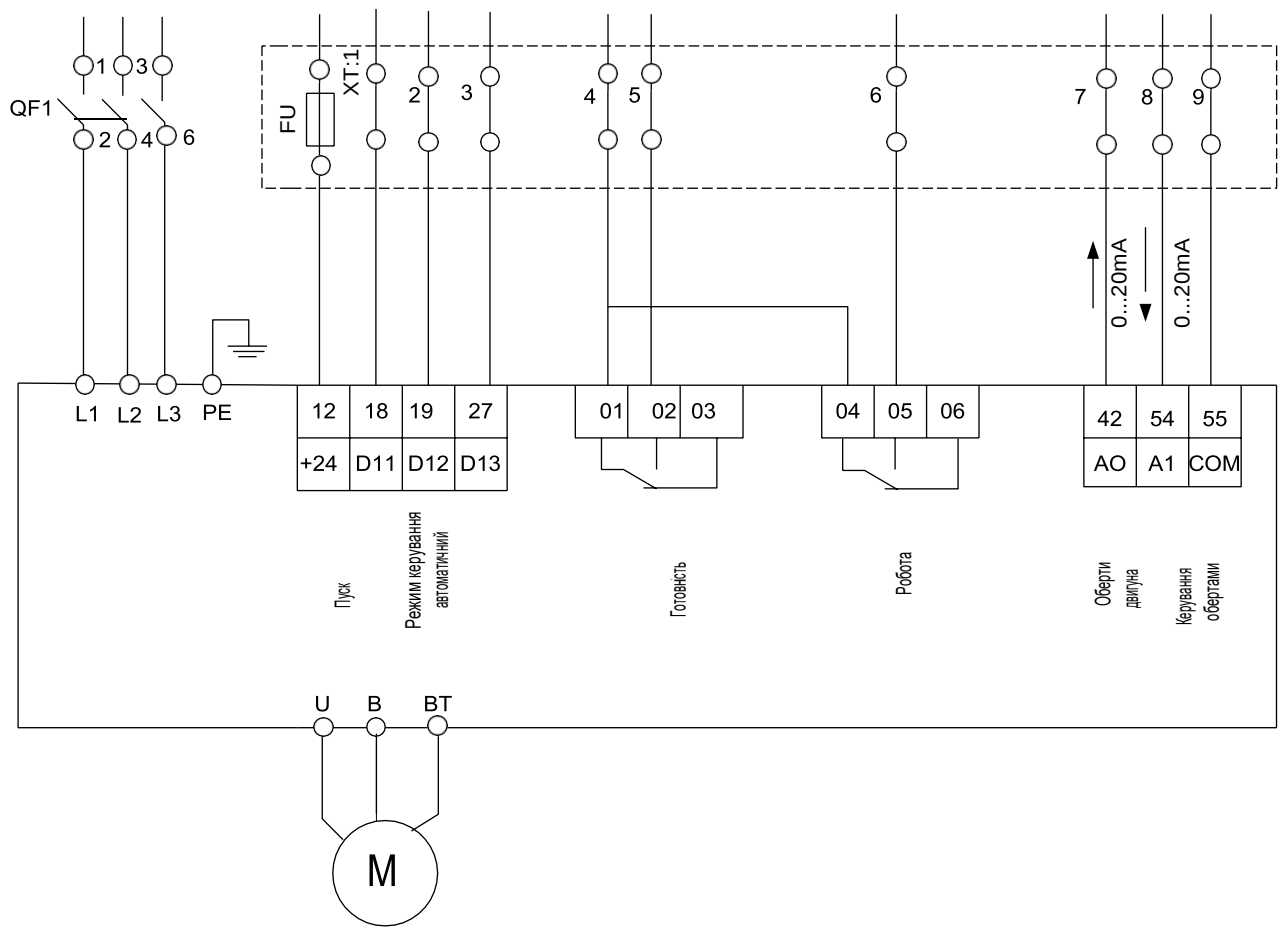


Рисунок 4.2 – Схема підключення частотного перетворювача FC-51 Danfoss



Рисунок 4.3 – Зовнішній вигляд частотного перетворювача FC-51 Danfoss

Частотні перетворювачі FC-51, фірми Danfoss мають переносний графічний термінал для зручного конфігурування та місцевого керування перетворювачем.

Таблиця 4.2– Характеристики і призначення клем терміналу керування перетворювача частоти FC-51 Danfoss

Контакт	Тип	Назва	Функція
01	Вихідний сигнал	Багатофункціональні виходи 1-2	Якщо задана функція активна, то напруга між контактами (01 або 02) і СМ - 0В. Якщо перетворювач знаходиться в режимі очікування, то напруга дорівнює 24В.
02			
42 -43		Частота	Призначений для підключення зовнішнього частотоміра або спідометра, мінусова клема якого підключається до контакту GND.
		Індикатор струму	Призначений для підключення зовнішнього амперметра, мінусова клема якого підключається до контакту GND.
10V	Джерело живлення	Внутрішнє ДЖ	Внутрішнє джерело живлення інвертора 10В (до 20mA).
54	Вхідний сигнал	Аналоговий вхід 1	Використовується для регулювання швидкості зовнішнім АС. Діапазон: 0-10 В.
55		Аналоговий вхід 2	Використовується для регулювання швидкості зовнішнім АС. Діапазон: 0-5 В, 0 -10 В або 4-20 mA.
24V	Джерело живлення	Джерело струму	Джерело живлення 24, 5 В (до 50 m). Земля: СМ.

4.2 Розрахунок і вибір елементів захисту силового кола

Вибір автоматичних вимикачів проводимо за умовами:

$$U_{\text{на}} \geq U_{\text{мер}} . \quad (4.1)$$

Номінальний струм автомата:

$$I_{\text{на}} \geq I_{1\text{н}} . \quad (4.2)$$

Номінальний струм розщеплювача:

$$I_{\text{нр}} \geq I_{2\text{н}} , \quad (4.3)$$

$$I_{\text{а.кз}} = \frac{I_{\text{дн}}}{U_{\text{кз}\%} \cdot k_{\text{мр}}} , \quad (4.4)$$

де $k_{\text{мр}}$ – коефіцієнт трансформації;

$U_{\text{кз}\%}$ – номінальна напруга автомата,

$$I_{\text{а.кз}} = \frac{100}{6,5 \cdot 1} = 15,4 \text{ (кА)}.$$

Максимальна напруга спрацювання:

$$U_{\text{с}} = 1,1 \cdot U_{\text{дн}} , \quad (4.5)$$

$$U_{\text{с}} = 1,1 \cdot 380 = 418 \text{ (В)}.$$

З дотриманням вказаних вище умов вибираємо вимикач навантаження типу MB340A (див. таблицю 4.3).

Таблиця 4.3 – Номінальні параметри вимикача типу MB340A

Параметри	Величина
Номінальна напруга $U_{\text{ном}}$, В	400
Номінальний струм $I_{\text{ном}}$, А	40
Максимальний струм короткого замикання, кА	6



Рисунок 4.4 – Зовнішній вигляд автоматичного вимикача MB340A

4.3 Вибір датчика тиску

В якості датчика тиску обрано перетворювач різниці тиску PR-54 зовнішній вигляд якого приведений на рис. 4.5.



Рисунок 4.5 – Зовнішній вигляд датчика тиску

Таблиця 4.4 – Технічні характеристики датчика тиску

Параметр	Опис
Похибка вимірювання	0,2%
Діапазон термокомпенсації	-10 до 70 °С
Діапазон температур навколишнього середовища	-40 до 80 °С
Діапазон температур вимірюваного середовища	-40 до 120 °С
Вихідний сигнал, мА	4...20 (двохпровідна лінія зв'язку) 0...5 (трохпровідна лінія зв'язку)
Вихідний сигнал, В	0...10 (трохпровідна лінія зв'язку)

4.4 Обґрунтування і розробка схеми електричної принципової

Згідно сформованої мети, поставлених задач проектування і вибраного обладнання була розроблена схема електрична принципова керування двигуномнасоса яка приведена на рис 4.6.

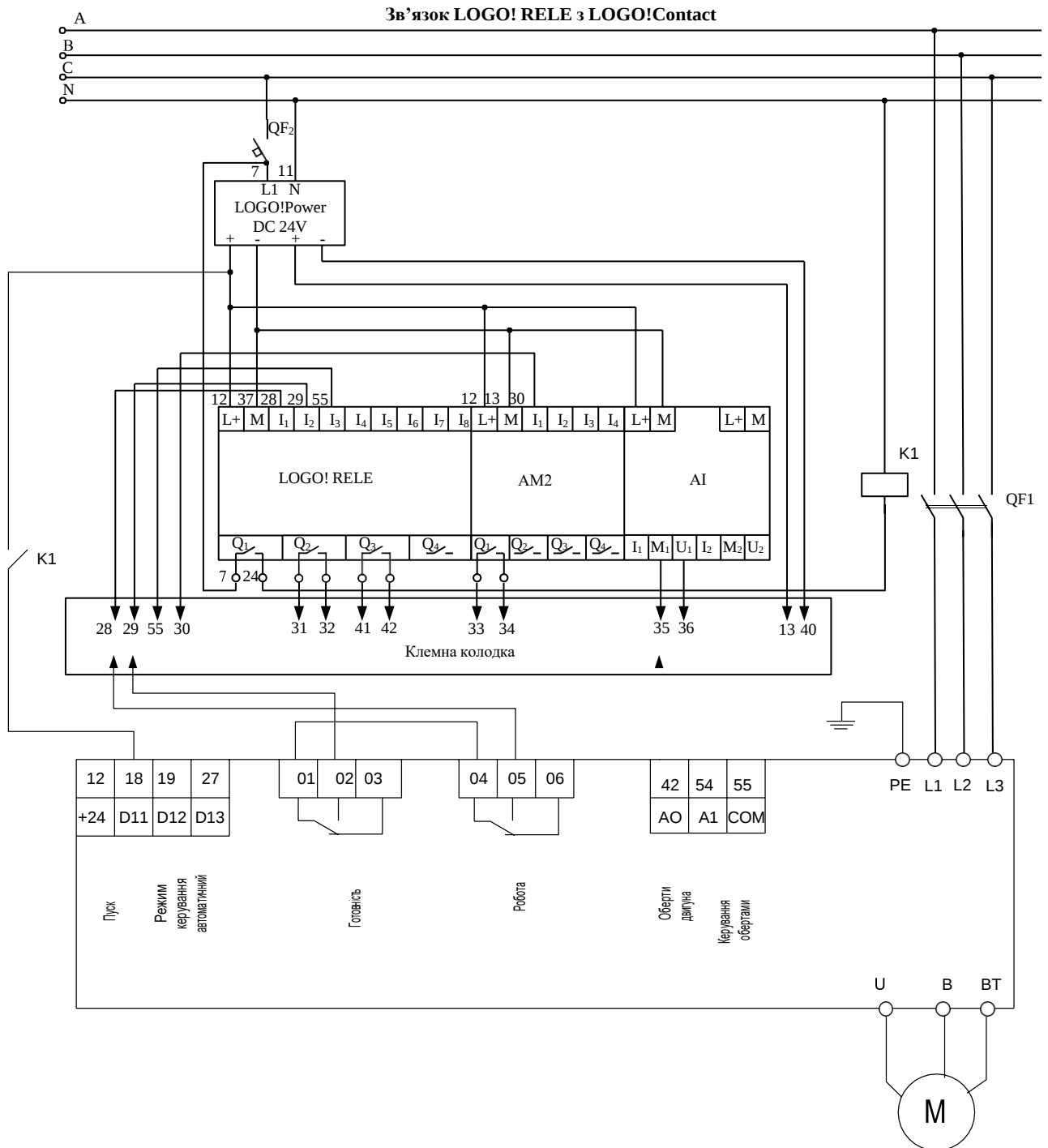


Рисунок 4.6 – Схема електрична принципова

Висновки: розроблено схему електричну структурну електроприводу насоса, розраховано і вибрано елементи її силового кола, описані елементи схеми електричної принципової, вказані їх технічні параметри, здійснено вибір апаратів керування, електричних кіл управління, регулювання та захисту.

4.5 Застосування інтелектуальних модулів в системах автоматизації

Інтелектуальні модулі дозволяють реалізувати швидкий доступ до інформації та управління системою автоматизації без фізичного підключення. Найбільш популярними є модулі WiFi, Bluetooth та ZigBee, за допомогою яких нескладно організувати оперативний доступ до системи автоматизації зв'язуванням інформації або формуванням керуючих дій з мобільного пристрою. Електричні схеми підключення зазанчені на рисунках нижче.

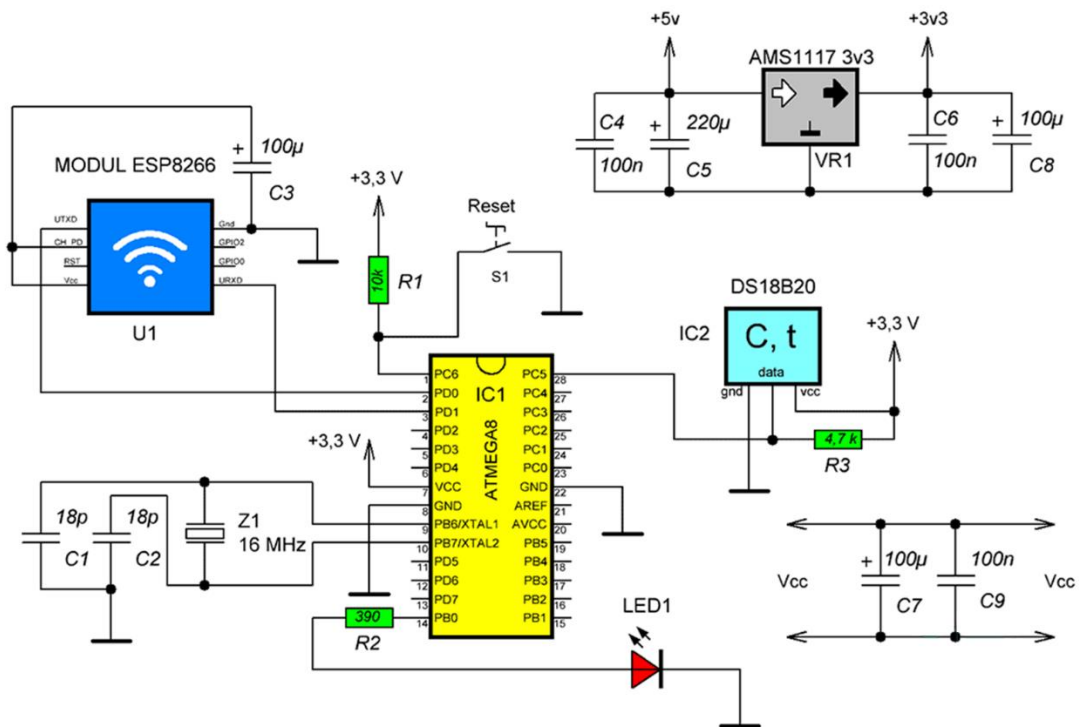


Рисунок 4.7 – Схема електрична принципова підключення WiFi модуля

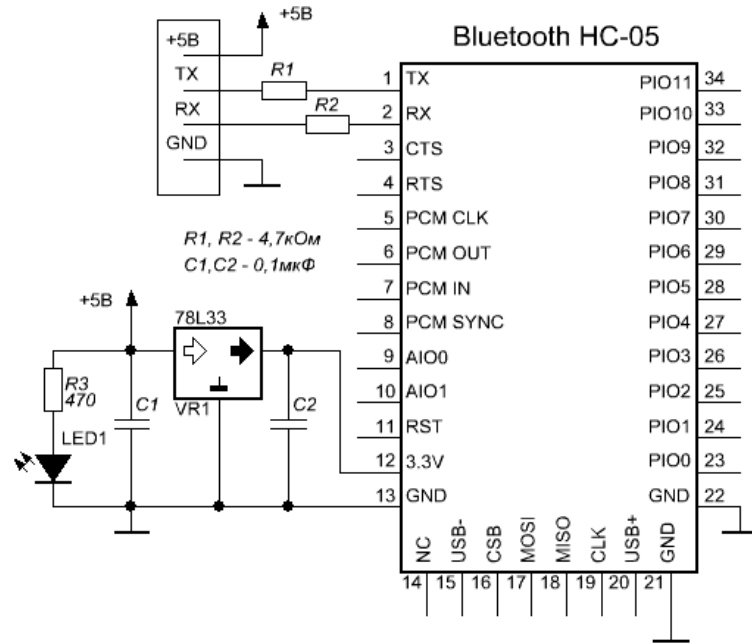


Рисунок 4.8 – Схема електрична принципова підключення Bluetooth модуля

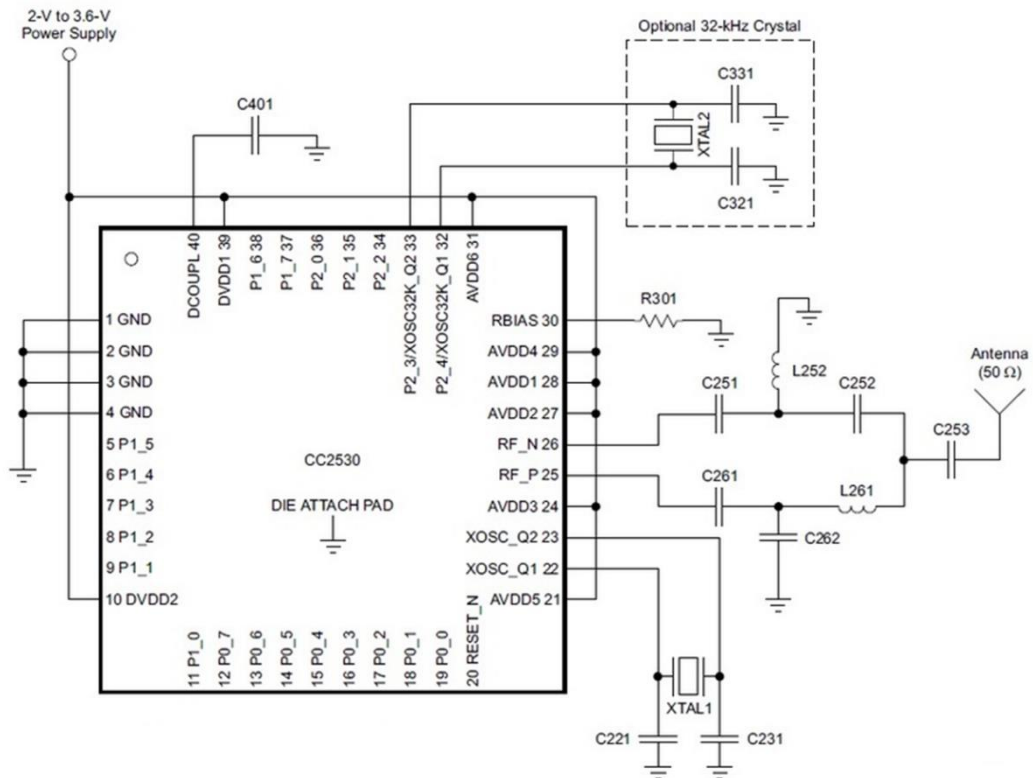


Рисунок 4.9 – Схема електрична принципова підключення ZigBee модуля

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Аналіз та впровадження інноваційних технологій у сфері автоматизації потребують ретельного підходу до охорони праці, адже це дозволяє знизити ризики виробничих травм, попередити аварії та покращити умови праці. Цей розділ має на меті мінімізувати шкідливі виробничі фактори, які впливають на електротехнічний оперативно-ремонтний персонал підприємства [1, 2]:

фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо);

хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил);

фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Для забезпечення безпечної експлуатації об'єктів автоматизації електромеханічних комплексів необхідно впроваджувати різноманітні технічні рішення, які сприяють безпечній організації робочих місць. Ці рішення включають у себе наступні аспекти:

Одним з ключових елементів безпечної організації робочих місць є їх ергономічне проектування. Це включає правильне розташування обладнання,

інструментів та пристроїв для зменшення фізичного навантаження на працівників і запобігання травмам. Наприклад, розташування панелей управління на зручній висоті, застосування сидінь з підтримкою спини, регульовані столи та монітори.

Використання автоматизованих систем для моніторингу та управління робочими процесами дозволяє знизити ризик людських помилок. Системи можуть включати датчики, які відстежують стан обладнання, попереджаючи про можливі несправності, та програмне забезпечення для управління робочими процесами, що мінімізує ризики аварійних ситуацій.

Це технічні засоби, які забезпечують безпеку одразу для кількох працівників. Наприклад, огороження небезпечних зон, автоматичні блокувальні пристрої, вентиляційні системи для видалення шкідливих випарів і пилу.

Встановлення систем звукової та світлової сигналізації, які повідомляють про небезпеку або аварійні ситуації, дозволяє оперативно реагувати на потенційні загрози. Такі системи можуть бути інтегровані з автоматизованими системами управління для швидкого оповіщення персоналу.

Важливо забезпечити доступність чітких інструкцій та інформації щодо безпечної експлуатації обладнання. Це можуть бути інформаційні дисплеї, знаки безпеки, а також інтерактивні навчальні програми та тренінги, які допоможуть працівникам краще розуміти і дотримуватися вимог безпеки.

Впровадження цих технічних рішень сприяє створенню безпечних умов праці, зменшує ймовірність нещасних випадків та підвищує загальну ефективність роботи автоматизованих електромеханічних комплексів. [2].

5.1.2 Електробезпека

Для забезпечення електробезпеки на електростанції, де живлення силового обладнання та систем освітлення здійснюється через кабельні лінії 10/0,4 кВ, є необхідність дотримуватися вимог безпеки згідно з національними стандартами та нормативами. Ось конкретний приклад заходів забезпечення безпеки:

Усе електроустаткування, включаючи електропривод насосів, вентиляторів та іншого обладнання, повинне мати обов'язкове захисне заземлення. Це запобігає можливості електричного ураження при виникненні непередбачуваних струмів.

Персонал, що працює з електрообладнанням, повинен використовувати ізолюючі штанги, кліщі, інструменти з ізольованими ручками для монтажу та обслуговування. Це заходить до основних електрозахисних засобів.

Важливо встановити огорожуючі пристосування, що запобігають доступу до небезпечних зон електроустаткування. Крім того, використання плакатів та знаків безпеки нагадує персоналу про правила безпеки та процедури у разі надзвичайних ситуацій.

До додаткових електрозахисних засобів відносяться діелектричні рукавички для захисту від електричного ураження та переносне заземлення для зниження потенціалу на обладнанні.

Ці заходи допомагають забезпечити безпеку працівників на електростанції, дотримуючись вимог ГОСТ і Правил устрою електричних установок. Впровадження цих технічних рішень не лише зменшує ризик електричного ураження, але й покращує загальні умови та ефективність роботи об'єкта.

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

5.2.1 Мікроклімат

Основними нормативними документами, що регламентують параметри мікроклімату виробничих приміщень, є ДСН 3.3.6.042-99 [6]. Допустимі норми температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Допустимі норми параметрів повітря на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °C	Відносна вологість	Швидкість руху, X
Холодний	ІІб	13-23	75	не більше 0,4
Теплий		15-29	70 при 25 °C	0,2-0,5

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони на підприємстві регулюється відповідно до гранично допустимих концентрацій (ГДК), визначених в мг/м³ [6]. Під час монтажу системи керування відмічається виділення нетоксичного пилу. У процесі роботи системи вентиляції та провітрювання приміщення може надходити пил та інші шкідливі речовини, які утворюються під час технологічних процесів у цеху і потрапляють у повітря навколишнього середовища. Відповідно до [6], їхні гранично допустимі концентрації перераховані в таблиці 5.2.

Для забезпечення відповідності допустимим мікрокліматичним та хімічним параметрам повітря робочої зони відповідно до ДБН, проект передбачає застосування наступних рішень [7]:

Ці агрегати встановлюються безпосередньо на ділянках поруч із обладнанням, з якого очищене повітря подається у виробниче приміщення. Вони ефективно забезпечують видалення пилу та інших забруднюючих речовин з повітря перед тим, як воно потрапляє до робочих зон.

Персонал зобов'язаний здійснювати регулярний контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочих зон. Це включає в себе перевірку концентрацій пилу та інших відповідно до визначених нормативами ГДК.

На додачу до систем вентиляції передбачається використання як організованої, так і неорганізованої природної вентиляції. Це допомагає забезпечити постійний обмін повітря в приміщеннях, зменшуючи концентрацію шкідливих речовин і підтримуючи відповідні мікрокліматичні умови.

Ці заходи спрямовані на забезпечення безпечних і комфортних умов праці для персоналу, мінімізацію ризику впливу шкідливих речовин та відповідність нормативним вимогам щодо якості повітря у виробничому середовищі.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери в робочій зоні

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

5.2.3 Виробниче освітлення

Виробниче освітлення є важливим аспектом організації безпечних та ефективних умов праці в промислових приміщеннях. Освітлення повинно забезпечувати необхідний рівень освітленості для забезпечення комфортної роботи і безпеки працівників.

При поганому освітленні зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. 5% травм можна пояснити недостатнім освітленням, а у 20% випадків воно сприяло їх появі. Погане освітлення може призвести до професійних захворювань: погіршують загальне самопочуття, зменшують фізичну і розумову працездатність.

Характеристика зорових робіт – середньої точності [8].

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 розряд зорової роботи IV, підрозряд «г». Допустимі рівні виробничого освітлення наведені в таблиці 5.3.

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG" що характеризуються високою світловою віддачею (до 75 лм/Вт і більше); довгим часом використання (до 10000 годин). Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра. При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Характер зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	г	середній	світлий	400	200	4	2,4

5.2.4 Виробничий шум

Під час монтажу системи керування джерелом шуму є будівельне обладнання, машини, механізми та переносний електроінструмент – механічний шум. При санітарно-гігієнічному нормуванні шуму використовують два методи: нормування за гранично допустимим спектром шуму; нормування рівня звуку за шкалою А шумоміра. За характером спектру шум – широкосмуговий з безперервний спектром шириною більше октави; за тональною характеристикою – постійний; за походженням – гідродинамічний.

Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приймаються за вимогами ДСН 32.23-85 [9] і наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звукового тиску

Робоче місце	Рівні звукового тиску в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц									Рівні звукового тиску, ДБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
На постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях та на території підприємства	127	98	83	80	74	98	83	91	89	90

Для зменшення рівня шуму до допустимого в цеху двигуни виконуються в металевому кожусі, а також виконують змащення, застосовують пластмасові деталі, використовують протишумні навушники, які закривають вушну раковину.

5.3 Пожежна безпека

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують Правила пожежної безпеки в Україні [11, 12]. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначається за ДСТУ 8829: 2019 [13], за якою визначається категорія приміщень за вибуховою та пожежною безпекою [14].

Приміщення, де встановлюється обладнання електромеханічного комплексу насосної станції, зазвичай включає електродвигуни, насоси, труби та інші механічні та електричні компоненти. Ці компоненти зазвичай не містять легкозаймистих рідин або газів у значних кількостях, що могли б створити вибухонебезпечні умови. Однак можливі певні ризики, пов'язані з електричними компонентами та нагріванням.

Отже, приміщення електромеханічного комплексу насосної станції відноситься до категорії Д – речовини і/або матеріали, що зазначені вище для категорій приміщень В (крім горючих газів, горючих пилу і/або волокон), а також негорючі речовини і/або матеріали в холодному стані (за температури навколишнього середовища), за умов, що приміщення, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються, транспортуються) зазначені вище речовини і/або матеріали, не відносяться до категорій А, Б або В П-III (місця, де зберігаються тверді горючі речовини).

Приміщення категорії Д електромеханічного комплексу насосної станції розташовуємо в будівлі III ступеня вогнестійкості, до яких відносяться будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати дерев'яні конструкції, захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1 (низької

горючості), Г2 (помірної горючості). До елементів покриттів не висуваються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горищного покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в таблиці 5.6.

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами слід приймати за таблицею 5.8 (чисельник). В умовах забудови, що склалася, протипожежні відстані між житловими будинками та від житлових будинків до будівель і споруд іншого призначення слід визначати згідно з протипожежними вимогами даних норм, наведеними у таблиці 5.8. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків і споруд слід приймати за таблицею 5.8 (знаменник) [15].

Таблиця 5.6 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				коло-ни	сходові площадки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере-криття між поверхів (у т.ч. горищні та над підвалами)	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні не-несучі	внутрішні не-несучі (перегородки)				плити, настили, прогони	балки, ферми, арки, рами
III	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	Не нормуються	

Таблиця 5.7 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи протипожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповнення прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбуршлюзу, не нижче
Стіни	3	REI 45	2	2
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	3	REI 45	2	1

Таблиця 5.8 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків і споруд

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IV, V
III	8/9	8/12	10/15

Приміщення електромеханічного комплексу насосної станції обладнані одним порошковим вогнегасником ВП-5

ВИСНОВКИ

Висновки щодо аналізу та впровадження інноваційних технологій в системи автоматизації електромеханічних комплексів свідчать про важливість модернізації та застосування новітніх рішень у цій галузі. Запровадження інновацій у автоматизацію дозволяє підвищити ефективність виробництва, зменшити витрати на утримання та експлуатацію, а також знизити ризики для працівників завдяки вдосконаленій безпеці промислових процесів.

В ході аналізу було виявлено, що сучасні інноваційні технології, такі як системи IoT (інтернет речей), штучний інтелект, великі дані та автоматизація на основі хмарних технологій, мають значний потенціал для застосування у сфері електромеханічних комплексів. Вони забезпечують збір та аналіз даних з обладнання в реальному часі, що сприяє оперативному управлінню технологічними процесами, покращує прогнозування та оптимізацію виробничих задач.

Результати дослідження показали, що інноваційні рішення дозволяють знижувати вплив людського фактору на процеси виробництва, підвищуючи автоматизацію і забезпечуючи високу стабільність роботи обладнання. Це особливо важливо для складних технологічних систем, де точність і надійність мають критичне значення.

Загалом, впровадження інноваційних технологій у системи автоматизації електромеханічних комплексів є необхідним кроком для підвищення конкурентоспроможності підприємства, забезпечення сталого розвитку та відповідності сучасним вимогам ринку. Для успішної імплементації таких технологій важлива підготовка персоналу, забезпечення необхідної інфраструктури та постійна підтримка інноваційного розвитку підприємства.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кутін В.М. Комбінована система визначення місць пошкодження в повітряних розподільних мережах напругою 6-35 кВ/ В.М. Кутін, В.В.Луцяк //Технічна електродинаміка : тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки» К.,2008,С.57-61.

2 Підвищення точності вибору та ефективності використання силових трансформаторів розподільчих мереж/ І.М. Луценко, .Є.В. Кошеленко, П.С. Циган //Вісник КрНУ –Кременчук : 2017.- Вип.5/2017 (106).-С .14-20 (наукомктрична база «Index Copernicus)/

3. Кутіна М.В. Визначення ознак аварійного режиму обриву проводу в повітряних лініях електропередачі напругою 6-35-кВ/М.В. Кутіна // Електромеханічні і енергозберігаючі системи.2011. №2 (14). С.145-149

4. Кутін В.М. Комбінована система визначення місць пошкодження в повітряних розподільних мережах напругою 6-35 кВ/ В.М. Кутін, В.В.Луцяк //Технічна електродинаміка : тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки» К.,2008,С.57-61.

5. Кутін В.М. Методи та засоби пошуку пошкоджень в розподільних мережах з повітряними лініями електропередачі напругою 6-35 кВ: монографія

/В.М. Кутін, В. В. Луцяк. Вінц. Нац.. техн.. уні-т.-Вінниця : ВНТУ , 2011.- 160 с

6. Кутін В.М. Дистанційний метод визначення між фазного короткого замикання в розподільних мережах 6-35 кВ з повітряними лініями електропередачі/ В, М, Кутін,В.В. Луцяк //Вісник Кременчуцького політехнічногоуніверситету ім.. Остроградського //МОН України –Кременчук - 2008 –Вип 3 (38).ч .75-76..

7. Маєвський Д.А. Експериментальне визначення первинних параметрів ліній електропередачі //Д.А. Маєвський, О.М. Бесараб, О.М Семенюг, О.Ю Маєвська //Електротехнічні та комп'ютерні системи, №30 (106)-2019,С 31-38.

8. Семенюг О.М.. Використання ліній без спотворень як спосіб розв'язку

проблеми довгого кабелю /О.М. Семенюг, //Вісник Львівської Політехніки ,серія «Радіоелектроніка та телекомунікації», №993, 2019-С 81-88.

9. Лежнюк П.Д. Методи і засоби захисту від обрива проводу та пошук місць пошкодження в розподільній мережі зі складною топологією напругою 6-35 кВ: монографія /П. Д. Лежнюк, М.В. Кутіна-Вінниця ; ВНТУ, 2014-152 с.

10. Кутіна М.В. Система захисту від обрива проводу та пошук місця пошуку в розподільних мережах напругою 6-35 кВ// /М.В. Кутіна //Технічна електродинаміка,-2012-№2, С.46-48.

11. Зінковський Ю. Ф., Клименко В.Г. Електромагнітна інформація на захищеність та сумісність електронних апаратів. –Житомир: ЖІТІ, 1999.-376 с.

12. Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття // Під ред. А.К. Шидловського, М.П. Ковалка.- Київ: Українські енциклопедичні знання, 2001.-400 с.

13. Електромагнітна сумісність електропостачання, . Підручник /І. В. Жежеленко, А.К. Шидловський, Півняк Г.Г., Ю.П.Саєнко .Д. Нац. гірн. у-тет.- 2009-319 .с

14. RCS Компоненти Можна знайти популярні моделі, такі як ATmega, PIC, та інші. <https://www.rcscomponents.kiev.ua/catalog/mikrokontrolery/87>

15. <https://arduino.ua/cat366-mikrokontrolleri>

16. В.О. Поджаренко, В.Ю. Кучерук, В.М. Севастьянов ОСНОВИ МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ ТЕХНІКИ

17. О.В. Глухов, О.О. Кравчук, Є.В. Левченко Вивчення властивостей мікроконтролерів і електронних систем на базі платформи Ардуіно

18. Енергозабезпечення електронної апаратури Практикум навчальний посібник В.В. Пілінський, М.В. Радіонова, О.І Рибін; за ред. Пілінського В.В. –К. Вища школа, 2020.-550 С.

19. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.

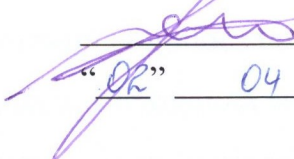
ДОДАТКИ

Додаток А

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри КЕМСК к.т.н., доц.

 Микола МОШНОРІЗ

« 02 » 04 2024 р.

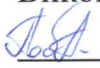
ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на бакалаврську дипломну роботу

**АНАЛІЗ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В
СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ**

08-24.БДР.003.00.000 ТЗ

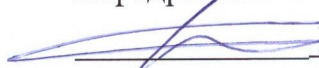
Виконав: ст. гр. 1ЕМ-206

 Олександр ПОБЛОЦЬКИЙ

« 02 » 04 2024 р.

Керівник роботи к.т.н., доцент

кафедри КЕМСК

 Валентин ГРАБКО

« 02 » 04 2024 р.

Вінниця ВНТУ 2024

1 Загальні відомості

Повне найменування розробки – «Аналіз та впровадження інноваційних технологій в системи автоматизації електромеханічних комплексів»

2 Підстави для розробки

Індивідуальне завдання та наказ ректора Вінницького національного технічного університету про затвердження тем бакалаврських дипломних робіт.

3 Призначення розробки і галузь використання

Призначення розробки полягає в покращенні ефективності, надійності та продуктивності електропривода насоса станції водопостачання.. Головною метою модернізації є оптимізація робочого процесу, зменшення витрат енергії, зниження експлуатаційних витрат, покращення контролю та моніторингу.

Галузь використання цієї розробки може охоплювати будь-які насосні станції водопостачання .

4 Вимоги до розробки

Розробка має забезпечити підвищення продуктивності та ефективності електроприводу Насосної станції. Вимоги також включають зменшення витрат енергії та підвищення надійності обладнання, сприяючи безперебійній роботі на протязі процесу водопостачання

5 Комплектація розробки

Сучасні системи керування та моніторингу, що дозволяють оптимізувати робочі параметри.

IoT: Датчики для моніторингу стану обладнання, витрати води, енергоспоживання.

AI та ML: Прогнозна діагностика несправностей, оптимізація режимів роботи насосів.

6 Технічні характеристики

Тип об'єкта: Насосна станція для водопостачання.

Кількість насосів: 4 насоси загальною потужністю 20 кВт.

Поточна система автоматизації: Ручне управління з базовою SCADA-системою.

7 Джерела розробки

1. Автоматизація технологічних процесів та систем – Володимир Іванович Костенко (книга розглядає основні принципи та методи автоматизації технологічних процесів, включаючи системи водопостачання. Вона буде корисною для розуміння сучасних підходів до автоматизації насосних станцій)
2. Automated Continuous Process Control – Carlos A. Smith 2002р. (Основні принципи автоматизації та безперервних процесів автоматизації)
3. Water Supply and Sewerage – Terence J. McGhee (інформація про системи водопостачання та каналізації, включаючи технології насосних станцій.)
4. Pump Handbook – Igor Karassik, Joseph Messina, Paul Cooper, Charles Heald (довідник з насосів, який охоплює різні аспекти їх експлуатації та обслуговування, включаючи автоматизацію.)
5. Yusong Pang. Intelligent Belt Conveyor Monitoring and Control / Yusong Pang. – Technische Universiteit Delft, 2010. – 196 с.
6. Bart Zeeuw van der Laan. System reliability analysis of belt conveyor / Bart Zeeuw van der Laan. – Transportation Engineering, 2016. – 73 с
7. Принципи побудови систем підпорядкованого регулювання в електроприводах [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://lektsii.com>

8 Елементна база

Електронасоси: 4 високоефективні насоси загальною потужністю 1 МВт з вбудованими захисними системами.

Частотний перетворювач: частотний перетворювач типу FC- 51, фірми Danfoss, що має широкі функціональні можливості.

Сенсори та датчики: для вимірювання швидкості, температури, тиску та інших параметрів для моніторингу та керування процесом.

9 Конструктивне виконання

Структура насосної системи : Зроблена з міцних матеріалів, таких як сталь, з врахуванням необхідної міцності та довговічності.

Електродвигуни та приводи: Розташовані таким чином, щоб забезпечити оптимальну ефективність та доступність для обслуговування.

10 Технічне обслуговування і ремонт

Технічне обслуговування і ремонт здійснюється кваліфікованими інженерами.

11 Порядок контролю та прийняття

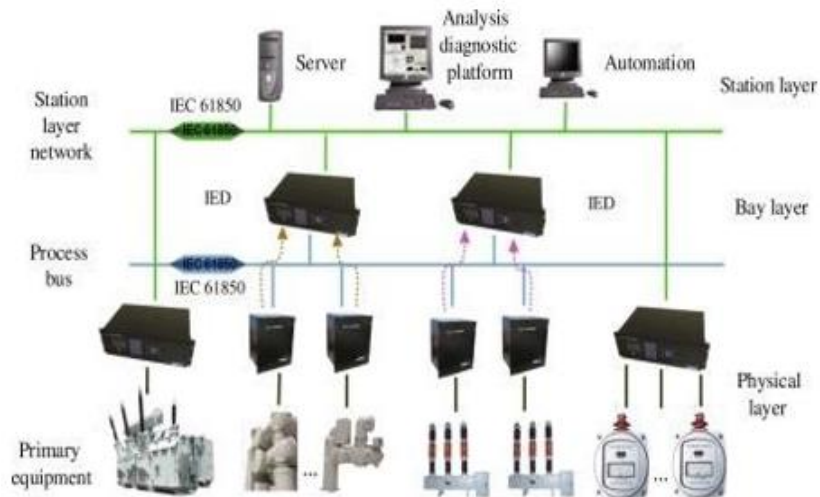
Виконання етапів графічної та розрахункової документації бакалаврської дипломної роботи контролюється керівником згідно з графіком виконання роботи. Прийняття роботи здійснюється комісією затвердженою зав. кафедрою згідно з графіком захисту.

Додаток Б
(обов'язковий)

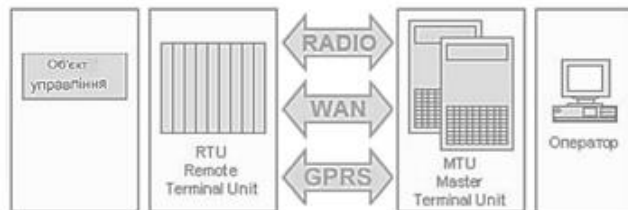
ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

**АНАЛІЗ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В
СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ**

Структурна схема АСУ ТП в електроенергетиці



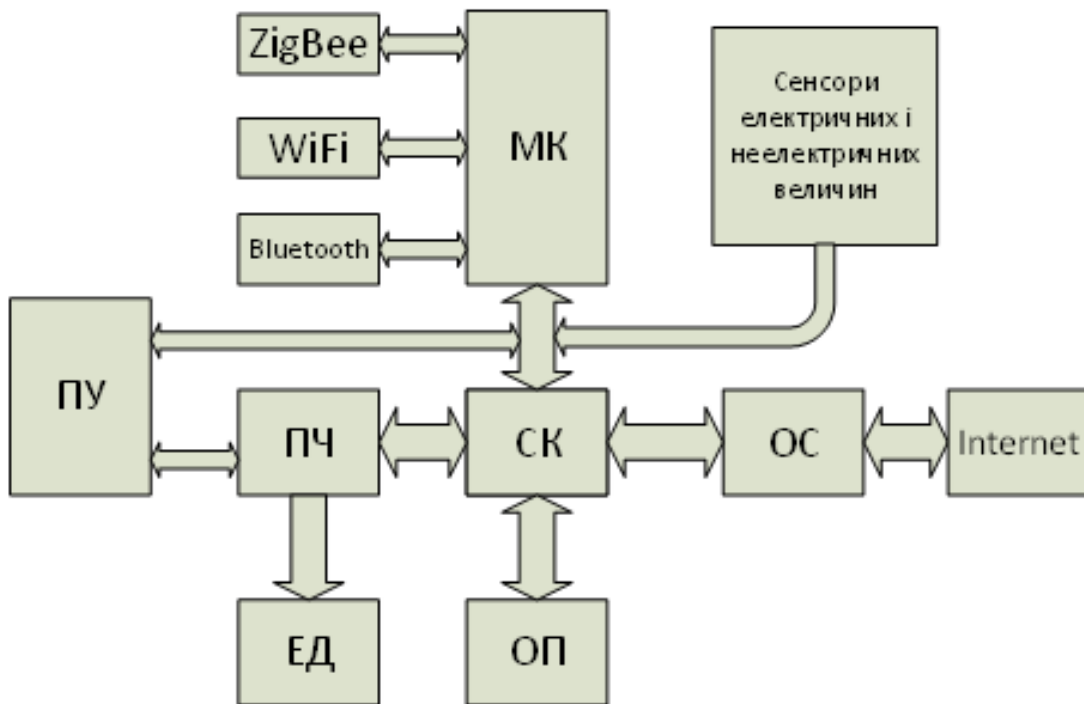
Структура системи SCADA для автоматизації технологічних процесів



Порівняльна таблиця для вибору систем електричного приводу

Показник	Система електричного приводу			
	ПЧ-АД	ТРН-АД	РКС-АД з ФР	ТП-Д
Вартість двигуна Д, грн.	248,000	245,000	357,000	326,000
Вартість системи керування СК, грн.	67,600	57,860	24,500	56,180
Капітальні затрати К, грн.	315,600	302,860	359,450	382,180
Річні капітальні затрати К_{річн.} К _{річн.} , грн./рік	53,673	51,506	61,131	64,996
Амортизаційні відрахування С _А , грн./рік	31,560	30,286	35,945	38,218
Відрахування на ремонт С _Р , грн./рік	6,312	6,057	7,189	7,643
Додаткові відрахування С _Д , грн./рік	23,167	66,343	80,820	20,385
Відрахування на обслуговування С _О , грн./рік	3,052	5,134	6,197	3,312
Загальні відрахування С, грн./рік	64,091	107,820	130,151	69,558
Приведені затрати З, грн./рік	600,611	622,682	741,216	719,264

Структурна схема системи автоматизації електромеханічного комплексу



Структурна схема електропривода насоса

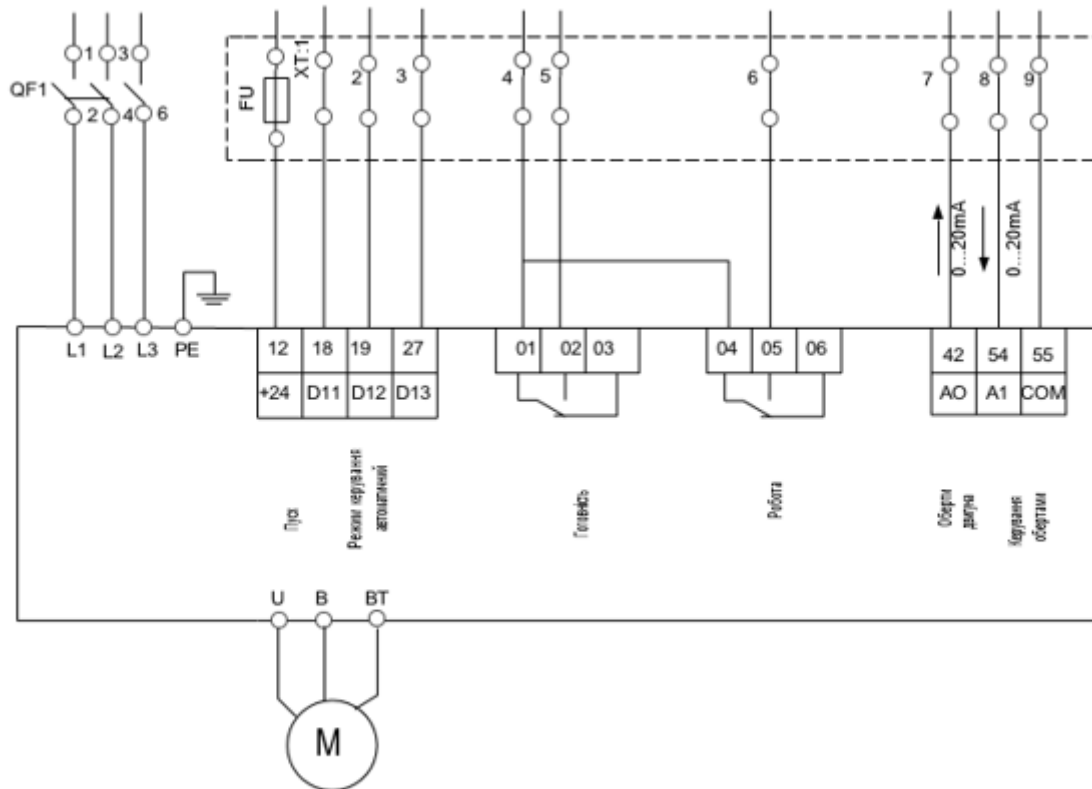


Схема підключення частотного перетворювача FC-51 Danfoss

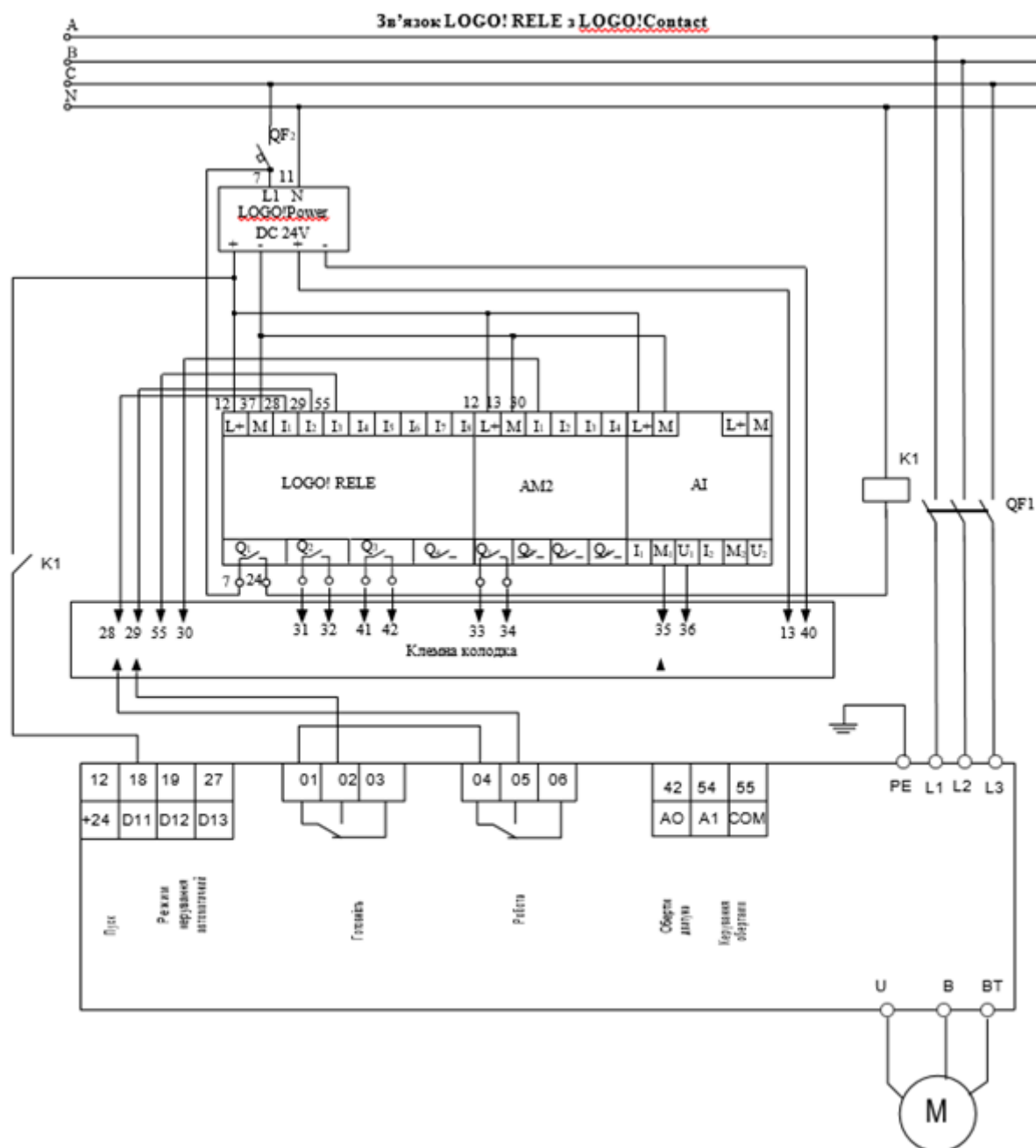


Схема електрична принципова

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: “Аналіз та впровадження інноваційних технологій в системи автоматизації електромеханічних комплексів”

Тип роботи: бакалаврська дипломна робота

Підрозділ: кафедра КЕМСК, ФЕЕЕМ, гр. 1ЕМ-206

Науковий керівник: к.т.н., доц. Грабко В.В.
(прізвище, ініціали, посада)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність	75.1 %
Схожість	24.9 %

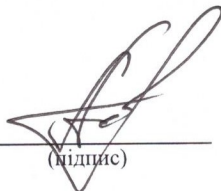
Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне)

☐ Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

☐ Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її автора. Роботу направити на доопрацювання.

☐ Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ☐ ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

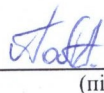

(підпис)

Паянок О.А.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

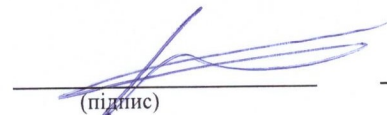
Автор роботи


(підпис)

Поблоцький О.О.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Грабко В.В.

(прізвище, ініціали)

					08-24.БДР.003.00.000 ТЗ			
Зм.	Арк.	№ докумен.	Підпис	Дата	Розробка сонячної мініелектростанції приватного будинку	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив:		Поблоцький О.О.	<i>П.О.</i>	28.05				
Перевірів		Габко В.В.	<i>В.В.</i>	28.05				
Т. контр.								
Резинзг		Шинка О.А.	<i>О.А.</i>	10.06				
Норм.кон.		Паянок О.А.	<i>О.А.</i>	28.05	ВНТУ, гр. 1ЕМ-206			
Затверд.		Мошноріз М.М.	<i>М.М.</i>	28.05				